كراسات علمية

سلسلة غير دورية تعنى بالإنجازات العلمية الحديثة

الوقود الحيوى

الإنتاج - المميزات - المخاطر - الاستخدامات
المؤثرات البيئية والتنموية

دكتور كيميائى
حمدى أبو النجا

تصدرها :
المكتبة الأكاديمية

رئيس التحرير
أ. د. أحمد شوقى

مدير التحرير
أ. أحمد أمين



المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية

كراسات علمية

سلسلة غير دورية تصدرها المكتبة الأكاديمية

تعنى بتقديم الاجتهادات العلمية الحديثة

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقى   مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات :

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير – الدقي – الجيزة

القاهرة – جمهورية مصر العربية

تليفون: ٣٧٤٨٥٢٨٢ – ٣٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس: ٣٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)





الوقود الحيوي

الإنتاج – المميزات – المخاطر – الاستخدامات

المؤثرات البيئية والتنموية

الوقود الحيوي

الإنتاج – المميزات – المخاطر – الاستخدامات
المؤثرات البيئية والتنموية

دكتور كيميائي/ حمدي أبو النجا

مستشار الصناعات البترولية والكيميائية

الخبراء العرب في الهندسة والإدارة (تيم)



الناشر

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

٢٠١١

هذه السلسلة

تعد استجابة منطقية لما لقيته شقيقتها الكبرى " كراسات مستقبلية " التي بدأ ظهور أعدادها الأولى عام ١٩٩٧ ، من الترحاب والتشجيع ، المقرونين بالدعوة إلى زيادة مساحة العلم في إصدارات السلسلة إلى أقصى حد ممكن.

لقد دفعتنا هذه الدعوة إلى التفكير في أن نفرد للموضوعات العلمية سلسلة خاصة ، تستحقها ، فكانت هذه السلسلة ، التي تمثل تطويرًا وتوسعًا في أحد محاور "كراسات مستقبلية" ، حيث ذكر في مقدمتها ما نصه :

"الإلمام بمنجزات الثورة العلمية والتكنولوجية ، التي تعد قوة الدفع الرئيسية في تشكيل العالم ، مع استيعاب تفاعلها مع الجديد في العلوم الاجتماعية والإنسانية ، من منطلق الإيمان بوحدة المعرفة".

ومن ملامح هذه السلسلة :

- المحافظة - على شكل المقال التفصيلي الطويل (Monograph) الذي تتميز به الكراسات عادة.
- الحرص على تقديم الاتجاهات والأفكار العلمية الجديدة ، بجانب تقديم المعارف الخاصة بمختلف المجالات الحديثة ، بشكل يسمح للقارئ "المتعلم غير المتخصص"، الذي يمثل القارئ المستهدف للكراسات ، بالقدر الكافي من الإلمام والقدرة على المتابعة.
- وفي تقديمها للاتجاهات والمعارف العلمية الحديثة ، لن تتبنى الكراسات الشكل النمطي لتبسيط العلوم ، الذي يستهدف النجاح في إضافة كمية - قلت أو كثرت - لبعض المعارف العلمية إلى ثقافة المتلقي. إننا لا نتعامل مع هذا العلم كإضافة ، ولكن كمكون عضوي أصيل للثقافة المعاصرة ، وهو مكون ثري، يتضمن المناهج والمعلومات والأفكار والاتجاهات.
- وتأكيدًا لعدم النمطية ، ستتسع السلسلة للتأليف والترجمة والعرض ، وتتضمن اجتهادات التبسيط والتنظير والاستشراف ، وستنطلق من أهمية تضامن المعرفة والحكمة وارتباط العلم الحديث بالتكنولوجيا Technoscience ، مع التركيز على أهمية ارتباطهما معا بالأخلاق.

وبعد ، فإنني أتقدم بالشكر إلى كل الزملاء الذين تحمسوا للفكرة ، وساهموا في تقديم المادة العلمية للسلسلة. وباسمهم وباسمي أشكر الصديق العزيز الأستاذ أحمد أمين ، الناشر المثقف الذي احتفى من قبل بسلسلة " كراسات مستقبلية "، وشجعنا على إصدار هذه السلسلة الجديدة. والله الموفق.

هذه الكراسة

تنقل الحدث المتكرر عن الوقود الحيوي من المعالجات الإعلامية إلى المعالجة العلمية، دون الانتقاص من المعالجة الإعلامية التي تزيد الوعي بأهمية المجال، ومؤلفها الدكتور (كيميائي) حمدي أبو النجا مستشار الصناعات البترولية والكيميائية لدى مؤسسة الخبراء العرب في الهندسة والإدارة (تيم)، الذي وقد شغل سابقًا منصب رئيس مجلس الإدارة والعضو المنتدب للجمعية التعاونية للبترول، ومارس العمل في مجال تخصصه لما يقرب من نصف قرن، حرص أن يقدم في الكراسة الحالية عرضًا متكاملاً لمجال الوقود الحيوي، متطرقًا إلى عمليات الإنتاج والمميزات والمخاطر والاستخدامات، ثم طرح القضايا الخاصة بتأثيره على البيئة، ولم ينس عرض التجارب العالمية، وتقديم التوصيات الملائمة. إننا نضع هذه الكراسة أمام المهنيين، راجين أن تلقي ما تستحقه من اهتمام وعناية.

أحمد شوقى

يناير ٢٠١١

إهــــداء

إلى كل الساعين نحو الغد الأفضل أتقدم بعملي هذا،

راجيًا أن نحقق معًا كل ما نصبو إليه.

المحتويـــات

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

ملخص الدراسة

تتناول الدراسة طرق إنتاج الوقود الحيوي من المصادر الزراعية والعضوية المختلفة، وما استجد على هذه الطرق من تطورات سواء استخدم في الإنتاج الحبوب الزراعية المختلفة والمحتوية على زيوت نباتية، أو نباتات زراعية متنوعة محتوية على السيلولوز، أو مخلفات عضوية متنوعة، لإنتاج كل من كحول الإثيانول الحيوي أو الديزل الحيوي، مع بيان الظروف المؤثرة على تخمر الخامات المستخدمة في إنتاج كحول الإيثانول، أو على تفاعل الأسترة لإنتاج الديزل الحيوي.

وتوضع الدراسة أهمية الاستفادة من كل أنواع النباتات والمركبات العضوية، وحيث إن الوقود الحيوي الناتج سوف يكون إليه احتياج ماس للإسهام في توليد الطاقة مع أنواع الوقود البترولي (الأحفوري)، خاصة مع السعي إلى أن تكون بدائل هذه الوقود الأحفورى متوافرة مع توقعات قرب نفاذه، خاصة في البلدان الزراعية، والتي لا يتوافر بها احتياط مؤكد من الخامات البترولية، مثال مصر، وسوريا، والعراق وغيرها من الدول ذات الأوضاع المتماثلة، كذلك توضح الدراسة أهم مميزات الوقود الحيوي من الاحتراق النظيف وخفض انبعاث الملوثات، وكذلك يتم مناقشة أية صعوبات أو مشكلات تعترض استخدامات الوقود الحيوي من حيث التأثيرات على البيئة.

وتعطي الدراسة كذلك اهتمامًا واضحًا بتأثيرات الوقود الحيوي على ظروف ومتغيرات التنمية مع إيضاح الخطوات الهادفة إلى تحقيق التأمين لمصادر الطاقة مع بين قواعد الإدارة الناجحة والمحققة للاستمرار والتوسع في إنتاج الوقود الحيوي، وذلك في البلدان المختلفة؛ خاصة التي بدأت وتوسعت في إنتاج الوقود الحيوي، مثل: أمريكا، البرازيل، والعديد من الدول الأوروبية.

الفصل الأول

١ – التعريف بالوقود الحيوي

أنواع الوقود الذي يتم إنتاجه من الكتلة الحيوية، والتى تشمل أنواع النباتات : المخلفات العضوية، الأشجار والنباتات، وأي من المصادر غير البترولية.

أهم أنواع الوقود الحيوي:

أ – الكحولات: وتشمل الأيثيل، المثيل، البربويل، البيوتيل ... إلخ، والتي تنتج من عمليات التخمر لأنواع الكتلة الحيوية.

ب – الديزل الحيوي: الذي يصنع من التفاعل الكيميائي بين الكتلة الحيوية، خاصة الزيوت النباتية مع الكحولات، ثم بتفاعل الأسترة يتم إنتاجه، وعلى نفس المنوال يتم إنتاج الجازولين الحيوي ووقود النفاثات الحيوي.

هذا وقد سجلت لإنتاج أنواع الوقود الحيوي، ووقود النفاثات الحيوي عديد من براءات الاختراع في الدول التي اهتمت بإنتاجه، نذكر من هذه البراءات الآتي:

ألمانيا: بتاريخ ١٠/ ٨/ ١٨٥٣ (لا تحمل رقم براءة اختراع) لتفاعل الأسترة للزيوت النباتية، وقد أجراها العالمان E. Duffy and J. Patrick.

ألمانيا: بتاريخ ١٠/ ٨/ ١٨٩٣ بإدارة محرك ديزل باستخدام الزيوت النباتية الساخنة لخفض لزوجتها، وكانت منتجة من عصير حبوب الفول السوداني، وذلك بمعرفة مخترع محرك الديزل Redolf Diezel وكان ذلك هو السبب في أن يحمل يوم ١٠ أغسطس من كل عام مسمى «اليوم العالمي للديزل الحيوي».

فرنسا: في عام ١٩٠٠ قامت شركة (OTTO) بعرض محرك للديزل مع إدارته بوقود الديزل البترولي وكذلك بالزيوت النباتية.

ألمانيا: في عام ١٩١٢ تم إدارة محرك للديزل باستخدام الزيوت النباتية، وذلك للمقارنة بالديزل البترولي.

بلجيكا: براءة اختراع رقم ٤٢٢٨٧٧، بتاريخ ٣١/ ٨/ ١٩٣٧، باسم الباحث G. Chovanne لإنتاج الديزل.

البرازيل: في عام ١٩٧٧، تم إنتاج وقود الديزل الحيوي.

جنوب أفريقيا: في عام ١٩٧٩، تم إنتاج وجود الديزل الحيوي، واستخدم في إنتاجه زيوت بذور نبات اللفت،

تشيكوسلوفاكيا، ألمانيا، السويد، فرنسا ... إلخ: تم إنتاج الديزل الحيوي خلال عقد التسعينيات من القرن العشرين ثم تم تجربة استخدام الديزل الحيوي كوقود للقطارات بالخلط بنسبة ٢٠٪ مع الديزل البترولي، وكان ذلك في عام ٢٠٠٧.

إنجلترا: بتاريخ ٢٤/ ٢/ ٢٠٠٨ تم تجربة استخدام وقود النفاثات الحيوي (Bio-Jet) في الطيران برحلة من مطار هيثرو إلى مطار أمستردام بهولندا.

هذا وفي نهاية العقد الأول من القرن الواحد والعشرين، فلا زالت التجارب مستمرة وتتسع على استخدام أنواع الوقود الحيوي، ولكن حتى ذلك التاريخ لم يساهم بعد العرب في هذه التجارب والأبحاث.

ويقدر الإنتاج العالمي من الوقود الحيوي، أي كل من الإيثانول الحيوي والديزل الحيوي على النحو التالي:

	الإيثانول الحيوي (بليون لتر)	الديزل الحيوي (بليون لتر)
أمريكا	٢٦،٠	١،٨
البرازيل	٢٠،٠	--
أوروبا	٢،٩	٦،٥
الصين	٣،٧	--
الهند	٢،٣	--

وتخطط أمريكا للاستغناء عن بترول الشرق الأوسط بنسبة ٧٥٪ مع حلول عام ٢٠١٥، وبافتراض الاحتياج إلى استثمارات بحدود ٨٠٠٪ عما هو جاري حاليًا.

١ – وقد تطورت مصادر إنتاج الوجود الحيوي، خلال ما يعرف بالأجيال الأربعة، وحيث كانت على النحو التالي:

الجيل الأول : المصادر من البذور والحبوب النباتية (الشعير، الصويا، اللفت... إلخ).

الجيل الثاني : المصادر من أنواع الكتلة الحيوية والسيلولوز (نشارة الخشب، العسل الأسود، التبن، الأخشاب).

الجيل الثالث : المصادر من الطحالب، حيث زرع في أي أراضي تكون دافئة، ودون الاحتياج إلى ماء عذب، وبامتصاص كميات كبيرة من ثاني أوكسيد الكربون.

الجيل الرابع : إجراء التغيير في جينوم النباتات.

١/١ الديزل الحيوي:

وقود ذو أساس كيميائي من مجموع الأستيرات (RCOCH)، والمتصلة مع سلاسل هيروكاربونية مختلفة: ميثيل (CH_3)، إيثيل (C_2H_5)، إلخ، حيث يتم إنتاجه من تفاعل الزيوت النباتية أو الدهون الحيوانية مع الكحولات في وجود عامل مساعد، وباشتراط أن تكون هيدروكاربونات مكونة من سلسلة واحدة لا غير.

هذا الوقود يستخدم بالخلط مع الديزل البترولي الناتج عن تقطير الخامات البترولية، وكذلك يمكن استخدامه بمفرده، والديزل البترولي محدد أن يقابل المواصفات الأمريكية (ASTM-D-6751).

وفي حالة الخلط بين الديزل الحيوي مع الديزل البترولي، فإنه لا يوجد احتياج لإجراء أي تعديلات في ميكانزيم أداء المحركات سواء عند بدء إدارتها أو خلال السير بالسرعات المختلفة، لكن عند استخدام الديزل الحيوي بمفرده فإنه يوجد احتياج إلى التعديل الميكانيكي في المحركات وظروف أدائها، مع لزوم تغير مرشحات الوقود بالمحرك عقب فترات قصيرة من بدء الاستخدام، حيث يقوم الديزل الحيوي بتنضيف المحرك من الرواسب الملتصقة به والسابق تكونها مع استخدام الديزل البترولي، حيث تقوم مرشحات الوقود باحتجازها وبالتالي في انسدادها، ولذا يكون الاحتياج إلى تنظيفها أو تغيرها.

ويرجع تسجيل إنتاج الديزل الحيوي كبراءة اختراع إلى تاريخ ١٩٣٠/٨/٣١، حيث توصل الباحث G. Chovanne، من جامعة بروكسل في بلجيكا إلى التسجيل لبراءة الاختراع البلجيكية، برقم ٤٢٢٨٧٧، حيث تم وصف كيفية التفاعل بين الزيوت النباتية مع الكحولات المختلفة لإنتاج مركب الأستير، وكان الهدف الأساسي من هذا الجهد هو فصل الأحماض الدهنية من أنواع الجليسرول، وذلك بإحلال الكحولات الخطية مكانها، بذلك كان هذا هو التسجيل الأول لإنتاج الديزل الحيوي أو ما يعرف بمسمى البيو ديزل (Bio-Diezel)، هذا وخليط الديزل الحيوي مع البترولي يحمل مسمى الحرف B مع ذكر النسبة المضافة من الديزل الحيوي، فإذا كان المسمى (B20)، فإن ذلك يعني أن ذلك الخليط يحتوي على نسبة ٢٠٪ من الديزل الحيوي، وعلى نفس المنوال إذا كان المسمى (B100) فإن ذلك يعني أنه بالكامل ديزل

حيوي. وعادة ما يتم الخلط بين نوعي الديزل في خزانات مخصصة لذلك، وقبل التدفيع المباشر إلى محطات خدمة السيارات لتموين أنواع المركبات.

وكان أهم هذه الملاحظات عن عيوب ومشكلات استخدام الديزل الحيوي الآتي:

١ - إذابة الجوانات والخراطيم الكاوتشوكية الموجودة بالمحركات، حيث كان يستخدم في تصنيعها المطاط الطبيعي، لذا روعي بعد ذلك أن يتم تصنيعها باستخدام أنواع المطاط الصناعي المقاومة للذوبان، وقد تم ذلك التعديل في عام ١٩٩٢ واستمر بعد ذلك.

٢ - المقدرة على إذابة أنواع الرواسب التي يكونها الديزل البترولي أثناء استخدامه في إدارة المحركات (كما سبق الذكر) وتوجد ملتصقة على الأجزاء المختلفة من المحركات. ومما ينتج عنه سرعة انسداد هذه المرشحات، ومما فرض التوصية بأن يتم تغيير هذه المرشحات أو تنظيفها عقب فترة قصيرة من بدء استخدام الديزل الحيوي. سواء كانت هذه المرشحات مستخدمة مع المحركات أو السخانات.

٣ - في حالة استخدام الزيوت النباتية أو عصير بعض أنواع حبوب النباتات (مثال الفول السوداني أو اللفت أو غيرها)، فإن ارتفاع اللزوجة يتسبب في صعوبة استخدامها في إدارة المحركات عند تدفيعها، مع صعوبة احتراقها لإعطاء الكفاءة المطلوبة للمحرك، والذي يعمل بضغط خليط من جزئيات الوقود مع الهواء، وبالتالي كان الحل هو أن يتم تسخين هذه الزيوت لخفض لزوجتها، ومما يسهل بالتالي إمكانيات تدفيعها مع تحقيق الاستفادة الكاملة بها. وقد استدعى ذلك إضافة وحدة أو معدة لتسخين الزيوت النباتية إلى أجزاء محرك الديزل. وقد وجد أحيانًا أن ذلك الحل ليس مرضيًا، كما أنه أحيانًا يصعب تنفيذه.

ونظرًا إلى تلك العيوب فقد وجد أن الحل الأسهل والأكثر مناسبة وكفاءة هو استخدام الديزل البترولي، خاصة إذا كان محتواه من الكبريت منخفضًا، ولا زال ذلك الحل هو المتبع حتى الآن في العديد من الدول.

ومع اختلاف أنواع الزيوت النباتية، وكذلك أنواع الكحولات التي استخدمت في هذا التفاعل، فقد تم التوصل إلى العديد من الاستيرات كمنتجات نهائية مع فصل الجلسرول الذي ينتج عن هذا التفاعل.

ومن أهم مميزات الديزل الحيوي الخواص التالية:

١ – إمكانية الخلط مع الديزل البترولي بأي نسب.

٢ – في حالة الخلط مع الديزل البترولي المعالج بالمدرجة لخفض نسبة الكبريت، فإن الديزل الحيوي يُكسب الديزل البترولي كفاءة تزييت عالية، حتى لو كانت إضافته بنسبة ضئيلة.

٣ – يحقق انبعاثات أقل: على سبيل المثال الآتي:

* أكاسيد الكبريت بنسبة ١٠٠٪.
* أول أكسيد الكربون بنسبة في حدود ١٠-٥٠٪.
* الجزئيات الدقيقة العالقة بنسبة في حدود ١٠-٥٠٪.
* أكاسيد النيتروجين بحدود ٥-١٠٪.
* خفض نسبة تكون الرماد المتخلف عن احتراق الوقود بحدود ٤٠-٦٠٪.

والاختلاف في هذه النسب لخفض الانبعاثات يرجع بالأساس إلى الاختلاف في نوعية وعمر تشغيل المحركات، وكذلك أسلوب وطريقة القيادة.

إضافة إلى ما سبق فقد وجد أن خفض انبعاث أكاسيد النيتروجين، وكذلك المركبات الهيدروكاربونية (غير المتفاعلة) فإن ذلك يؤدى إلى عدم تكون الأوزون (O_3)، والذي يعرف بمسمى الأوزون الأرضي، حيث يتكون وينبعث من احتراق وقود الديزل البترولي في وجود ضوء الشمس.

والأوزون بالأساس عنصر مفيد عند تواجده في الغلاف الجوي (طبقة الاستراتوسفير على بعد ١٥-٥٠ كيلو مترًا) بعيدًا عن سطح الأرض، إذ يمتص الأشعة فوق البنفسجية ويحمي الأرض بالتالي من المضار التي تسببها هذه الأشعة، ويقدر ذلك الانخفاض في انبعاث الأوزون الأرضي عند استخدام الديزل الحيوي بمقدار ٥٠٪ مقارنة مع الديزل البترولي.

كذلك أوضحت النتائج أن الديزل الحيوي يحقق انخفاضًا في انبعاث ثاني أوكسيد الكربون بنسبة تصل إلى ٧٨،٥٪، مقارنة عما يحققه احتراق الديزل البترولي، والذي يزيد من فاعلية الديزل الحيوي في خفض ثاني أوكسيد الكربون هو استخدام النباتات في تصنيعه، ومما يعني أن هذه النباتات لن تنتج ثاني أوكسيد الكربون، مما يعني المزيد من الخفض له.

٢/١ كحول الاثيانول الحيوي:

ينتج كحول الإثيانول الحيوي باستخدام تركيبات السيلولوز الخشبي، والذي يدخل في تكوين أنواع النباتات المختلفة، حيث يشمل إضافة إلى السيلولوز المكونات

من المادة الخشبية التي تصنع نسيج السيلولوز الخشبي، كما يدخل من ضمن أنواع السيلولوز الخشبي بقايا نبات القمح، وأنواع التبن والحشائش الجافة، والطحالب، ونشارة الخشب، والمنتجات الثانوية، التي تتجمع عند تهذيب الأشجار، أو تهذيب وتقليم الحشائش، بذلك يتحقق إنتاج الوقود الحيوي دون الإهدار للمصادر الغذائية أو للحبوب النباتية المستخدمة في الأطعمة أو إنتاج الزيوت النباتية، وكذلك بالنسبة إلى قصب السكر، لكن تحتاج هذه التكنولوجيا إلى المزيد من العمل لإنتاج السكر من هذه الأنواع من السيلولوز، وحتى يمكن للكائنات الدقيقة العمل على تخميرها، وتحويلها إلى كحول الإثيانول، وأغلب هذه النباتات يمكن نموها وتجميعها دون أي تكلفة أو مجهود يذكر، سواء لزراعتها، أو تنميتها، لذا يجري عليها حاليًا العديد من الأبحاث، خاصة مع ما تعطيه من إنتاجية عالية من أنواع الأراضي المختلفة، وحيث إن السيلولوز موجود في كافة نواع النباتات، سواء الطبيعة، أو المزروعة، أو أنواع الأشجار، أو الصوبات، أو الحشائش، أو الغابات، وفي مختلف أرجاء المعمورة، ودون أي مجهود يذكر لزراعتها، أو تكلفة اقتصادية أثناء رعايتها ونموها، بالإضافة إلى أن نموها يحقق خفضًا لانبعاثات غازات الصوبا الخضراء، وبنسبة تصل إلى ٥٥ ٪ مقارنة بانبعاثات حرق بنزين السيارات.

كانت المحاولة الأولى لإنتاج كحول الإثيانول باستخدام الأخشاب فى ألمانيا ومنذ أكثر من مائة عام (عام ١٨٩٨)، حيث تم استخدام حامض مخفف لتحويل السيلولوز إلى مركب الجولوكوز، وتم حينئذ النجاح في إنتاج حوالى ٧.٦ لتر باستخدام ١٠٠ كيلو جرام من مخلفات الأخشاب، أو ما يعادل ٧٥ لتر كحول باستخدام طن واحد من الأخشاب، وحيث عمل الألمان عندئذ على إقامة وتطوير هذه الصناعة، وقد تم التطوير لزيادة الإنتاج ليصل إلى حدود ٢٠٠ لتر باستخدام طن واحد من الأخشاب، وأعقب ذلك أن أخذت هذه الصناعة طريقها إلى الولايات المتحدة، وليقام خلال الحرب العالمية الأولى مصنعين كبيرين لإنتاج الكحول الإيثيلي من الأخشاب، وحيث اعتمدت على الطريقة التى عرفت بمسمى العملية الأمريكية، والتي تم فيها استخدام حامض الكبريتيك المخفف في إسالة الأخشاب، لكن عاب هذه الطريقة انخفاض كميات الكحول الناتج، حيث كانت حوالى ٤٠ لترًا فقط باستخدام طن واحد من الأخشاب، ولكن الوحدات كانت بطاقة إنتاجية كبيرة، ثم مع انتهاء الحرب العالمية الأولى فقد حدث الانخفاض لكميات الأخشاب المتوافرة، وكان ذلك السبب لغلق هذه المصانع، فى أعقاب انتهاء الحرب مباشرة.

ومن ثم بدأت في أمريكا مراحل البحث والتطوير لعمليات الإسالة بالأحماض المخففة على أخشاب الغابات المختلفة، ثم عادت أمريكا ثانية في ظروف الحرب العالمية الثانية إلى إنتاج الإثيانول من السيلولوز، ومع التطوير لإنتاج كحول البيتانول، والذي كان لازمًا لإنتاج الكاوتشوك الصناعي، واستمر ذلك خلال سنوات هذه الحرب، لكن كانت غير محققة للأرباح؛ ومما دفع ثانية إلى إغلاقها مع انتهاء الحرب العالمية الثانية.

ومع التطور السريع في تكنولوجيات الإنزيمات خلال العقود الأخيرة من القرن العشرين، فقد تم استبدال عملية الإسالة بالحامض إلى أن تكون باستخدام الإنزيمات، لكن استدعت تلك الطريقة الفصل للسيلولوز النقي؛ حتى يمكن معالجته بالإنزيمات، ومن ثم تم الرجوع إلى تطوير عملية الإسالة باستخدام الحامض، واعتمادًا على التقنيات الأولى لهذه الطريقة، وقد أشار الرئيس بوش في خطابه إلى الأمة بتاريخ ٣١ يناير ٢٠٠١ إلى أن الخطة تشمل إنتاج قرابة ١٥٠ بليون لتر من الكحول الإيثيلي في عام ٢٠١٧، باستخدام نبات القمح وغيره من النباتات والأخشاب، وقد خصص لذلك ميزانية تقاربة ٣٫٦ بليون دولار خلال الفترة ٢٠٠٧-٢٠١٧، وفي مارس ٢٠٠٧ تم صرف مبلغ ٣٨٥ مليون دولار للإنتاج من المصادر غير التقليدية، مثل النشارة والحشائش وخلافه، وكان ذلك في ٦ مصانع، ثلاثة منها يعمل بالطريقة الحرارية الكيميائية، وثلاثة تنتج باستخدام أنواع السيلولوز، هذا وأقيم أول مصنع في نوفمبر من عام ٢٠٠٧ لإنتاج ٤٠٢ مليون لتر كحول إيثيلي من السيلولوز، وحاليًا يتم إنتاج ١٫٣ بليون طن في العام من الكتلة الحيوية للسيلولوز، وذلك يكافئ تقريبًا كمية ٤ بلايين برميل من خام البترول، وما يشكل ٦٥ ٪ من استهلاك الولايات المتحدة الأمريكية.

الفصل الثاني

٢ – طرق الإنتاج

١/٢ الديزل الحيوي: يعني تفاعل الأسترة لإنتاج الديزل الحيوي استخدام كحول للتفاعل مع الزيوت النباتية وبذلك يمكن إنتاج مركب أحادى الأستير والمشتمل على أحماض دهنية ذات سلاسل طويلة.

وأكثر الكحولات في الاستخدام هو الميثيل الكحول، حيث في وجود العامل المساعد (أيدروكسيد الصوديوم) يتم تحويله إلى مركب صوديوم ميتو أوكسيد، وهذا هو الذي يكون الاستيرات مع الزيوت النباتية، ويتميز ميثيل الكحول بأنه الأرخص من أنواع الكحولات وبالطبع يمكن استخدام الكحولات الأعلى في ذرات الكربون، مثل كحول الإيثانول أو البروبانول أو البيتانول، وهذه الكحولات قد تكون أعلى في الأسعار مقارنة بالميثانول، إلا أنها أفضل في خواص السريان عند درجات الحرارة المنخفضة للاستيرات المحضرة.

وأي من الأحماض الدهنية الحرة المتكونة تتفاعل لتتحول إما إلى صابون أو ليتم إزالتها من التفاعل، أو لتتحول إلى استيرات (ديزل حيوي)، لذا يلزم استخدام عوامل مساعدة حامضية.

والديزل الحيوي الناتج له خواص احتراق تتماثل مع خواص احتراق الديزل البترولي، مما يتيح الإحلال بدلاً منه، وفي غالبية الاستخدامات، سواء كانت محركات أو سخانات أو أفران أو غلايات، وغيرها من المعدات، أما الجلسرين الناتج من التفاعل كمنتج ثانوي، يستفاد به في العديد من التحضيرات الكيميائية.

وتشير النتائج إلى أن إنتاج طن واحد من الديزل الحيوي يصاحبه إنتاج ١٠٠ كيلو جرام جلسرين، ومن اللازم إيجاد منافذ مباشرة استخدام الجلسرين، منعًا من توافر كميات كبيرة منه لا احتياج إليها، وكذلك لعدم انخفاض أسعاره، خاصة أنه يكون محتويًا على نسبة من الماء (حوالي ٢٠٪) إلى جانب مخلفات العامل المساعد، ومما يلزم الاهتمام بتنقيته وإجراء الأبحاث التي تحقق ذلك بتكلفة منخفضة.

وأفضل الطرق حاليًا هو التقطير تحت الضغط الفراغي، لكن يعيبها ارتفاع استهلاك الطاقة، وأهم المنتجات التي يدخل الجلسرين النقي في تصنيعها تشمل: بروبيلين جليكول، ومركب آبي كلوروهيدرين، وحاليًا تقوم شركة داو (DOW) ببناء مصنع في الصين لإنتاج مركب آبي كلورهيدرين.

١/١/٢ التطورات في إنتاج الديزل الحيوي:

تم إجراء تفاعل الأسترة للزيوت النباتية للمرة الأولى في وقت مبكر يرجع إلى تاريخ ١٠ أغسطس ١٨٥٣، وكان ذلك بمعرفة: (E. Duffy and J. Patrick)، ولم يكن الهدف في ذلك التوقيت إنتاج وقود الديزل الحيوي، إذ إن محرك الديزل لم يكن قد اخترع أو عرف بعد، بل كان الهدف إنتاج الجلسرين والأحماض الدهنية، إذ كان عليها الطلب.

وعندما توصل رودولف ديزل (Rudolf Diezel) إلى نموذجه الأول لمحرك الديزل والذي كان أحادي الاسطوانة، وبطول يصل إلى ثلاثة أمتار (١٠ أقدام) وبأسطوانة دائرية عند قاعدته، وقام بإدارته للمرة الأولى في ألمانيا بمدينة أوجيسبرج (Augsburg)، بتاريخ ١٠ أغسطس عام ١٨٩٣، أي بعد أربعين عامًا من تاريخ التوصل إلى وقود الديزل الحيوي، وقد استخدم في إدارته في تلك التجربة الزيت النباتي الذي تم الحصول عليه من عصير حبيبات الفول السوداني.

لذلك، وحتى الآن فإن يوم ١٠أغسطس من كل عام، يطلق عليه مسمى «اليوم العالمي لوقود الديزل الحيوي».

قام رودولف ديزل بعرض محركه في المعرض العالمي بباريس عام ١٩٠٠، أي بعد ٧ سنوات من اختراعه، وقد تولت الحكومة الفرنسية طلب ذلك، كما تم تنفيذ المحرك بمعرفة شركة (OTTO) الفرنسية، حيث منح هذا الاختراع الجائزة الكبرى للعرض، وقد ظل هذا المحرك معروضًا كنموذج لما توصل إليه رودولف ديزل، ومع استخدام زيت الفول السوداني كوقود، حيث لم يكن قد تم إنتاج الديزل الحيوي واستخدامه كوقود لمحرك الديزل.

وقد ظل رودولف ديزل على اعتقاده بأن الكتلة الحيوية (Bio-Mass)، وخاصة الزيوت النباتية، سوف تكون الوقود الملائم لهذا المحرك، واستمر على ذلك الاعتقاد إلى عام ١٩١٢، إذ أوضح رودولف ديزل في خطاب له، أن استخدام الزيوت النباتية كوقود لهذا المحرك يبدو غير مناسب، بمقاييس ذلك الوقت، حيث كان قد بدأ في تقطير الخام البترولي للحصول على المقطرات المختلفة، ولذا حملت القطفة في حدود درجة حرارة ٣٥٠م مسمى الديزل، كما أمكن الحصول عليها من نواتج تقطير الفحم والقطران، وقد تم ذلك في عام ١٩١٢، ولكن حقق الديزل البترولي مع انخفاض ومناسبة لزوجته النجاح في إدارة محرك رودلف ديزل، والذي كان يحصل عليه كناتج من تقطير المتخلف من وقود الأفران (المازوت)، وبذلك تم التوسع في إنتاجه ليحل

بديلاً عن الزيوت النباتية، وليتخلى رودولف ديزل عن تحيزه السابق لاستخدامات (الكتلة الحيوية).

لكن مرة ثانية تزايد الاهتمام باستخدام الزيوت النباتية، وكان ذلك خلال عقدي العشرينيات والثلاثينيات، وخلال الحرب العالمية الثانية، وكان وراء ذلك الاهتمام الأسباب التالية:

١ – التلوث البيئي الذي تحدثه الملوثات المنبعثة من استخدام الديزل البترولي.

٢ – العديد من الدول لم يكن لديها خام البترول، مع صعوبة الحصول عليه في ظروف الحرب العالمية، حيث شملت هذه الدول: ألمانيا (تحت زعامة هتلر)، بلجيكا، فرنسا، إيطاليا، المملكة المتحدة، البرتغال، الأرجنتين، اليابان، الصين، وقد استمرت جميعها في استخدام الزيوت النباتية كوقود لمحركات الديزل، ورغم انخفاض كفاءة الزيوت النباتية كوقود وتحولها إلى قطران سهل امتزاجه مع الهواء، ومما كان يعني التزايد الكبير في تكون الرواسب على أجزاء المحرك؛ خاصة على فتحات الرشاشات وغرف الاحتراق والصمامات، وكان ذلك وراء الدافع لأن تجري بعض المحاولات لمعالجة الارتفاع في لزوجة الزيوت النباتية، لذا تم إجراء الآتي :

* تسخين الزيوت النباتية قبل إدخالها إلى ميكانزم الحريق بالمحرك.
* خلط الزيوت النباتية مع الديزل البترولي لخفض لزوجتها وتحسين كفاءة احتراقها.
* تخفيف الزيوت النباتية بكحول الإيثانول.
* التسخين الشديد لتكسير الزيوت النباتية حراريًّا، ومما يخفض من لزوجتها، لكن مع حدوث أكسدة وتحلل لها.

لذلك لم يكن هناك رضا كافي بكل هذه المحاولات إلى أن حدث بتاريخ ٣١ أغسطس عام ١٩٣٧، أن توصل الباحث G. Chovanne من جامعة بروكسل في بلجيكا، إلى تسجيل براءة اختراع عن طريقة لأسترة الزيوت النباتية، وبهدف استخدامها كوقود، حيث سجلت هذه البراءة للاختراع برقم ٤٢٢٨٧٧، مع وصف تفاصيل طريقة التحضير لتحويل الزيوت النباتية إلى استرات بتفاعلها مع الكحولات، ثم فصل الجلسرين عنها، وبذلك كانت البداية الأولى لتصنيع الديزل الحيوي، لكن استمر ذلك على مستوى التجارب إلى عام ١٩٧٧، إلى أن قام العالم E. Parendito في البرازيل بإنتاج وتصنيع الديزل الحيوي، أي أن ذلك تأخر حوالى

أربعين عامًا، وسجل ذلك كبراءة اختراع باسمه، كما تم في عام ١٩٧٩ بجنوب أفريقيا إجراء التجارب لأسترة زيت عباد الشمس، ثم تكرير الناتج للحصول على الديزل الحيوي، حيث انتهت هذه التجارب في عام ١٩٨٣، بنشر النتائج وتأكيد جودة ذلك الوقود وكفاءة اختباراته على محركات الديزل، وكان هذا النشر على المستوى العالمى، ثم أعقب ذلك قيام العلماء فى فرنسا بأسترة زيت بذر اللفت، وسجل أيضًا كبراءة اختراع وحمل مسمى ثنائي الأستير.

وخلال عقد التسعينيات أقيمت العديد من المصانع في بعض الدول الأوروبية، حيث شملت ألمانيا، فرنسا، السويد، تشيكوسلوفاكيا، وحيث استخدم زيت بذر اللفت في تصنيع وقود الديزل الحيوي، ولكن باستخدامه فقط كإضافة تخلط مع الديزل البترولي بنسب حتى ٥٪ بالوزن، وفي عدد محدود من المحركات، وقد زادت هذه النسبة إلى ٣٠٪ بالوزن، وتجري هذه التجارب وتقيمها الشركات رينو، بيجو، وغيرها من الشركات المصنعة، كما استخدم هذا الخليط (نسبة ٣٠٪ ديزل حيوي) مع محركات القاطرات والشاحنات، وتجربة الزيادة إلى نسبة ٥٠٪ بالوزن، ولكن لم تنته بعد هذه التجارب.

وفي نهاية القرن العشرين (عام ١٩٩٨)، وصل عدد الدول المشاركة في هذه التجارب إلى حوالي ٢٠ دولة، طبقًا للإحصائية التي أجراها المعهد النمساوي للديزل الحيوي.

وفي عام ٢٠١٠، توجد لدى بعض دول أوروبا، محطات خدمة للسيارات تحتوي على وحدات تموين للديزل الحيوي بنسبة ١٠٠٪ الوزن، أو ما يطلق عليه مسمى (B100).

وفي الولايات المتحدة الأمريكية بولاية مينوسوتا (Minnesota) بدأ استخدام الديزل الحيوي كإضافة بنسبة ٢٪ بالوزن، ومع نجاح هذه التجربة، فقد تزايد إنتاج واستخدام الديزل الحيوي على نحو متسع وسريع، وأصبح يتوافر في العديد من محطات الخدمة وفي الكثير من الولايات، وقد صاحب ذلك تزايد إعداد الشاحنات المستخدمة للوقود البترولي المحتوي على الديزل الحيوي كإضافة.

والمتوقع مع هذا التزايد في الإنتاج والاستخدام، أن ينخفض سعر الديزل الحيوي، خاصة مع ما يحققه من مزايا اقتصادية للعاملين بالزراعة، إضافة إلى ارتفاع وتذبذب أسعار الخامات البترولية.

وأهم ما يعترض استخدامات الديزل الحيوي المقدرة على إذابة الجوانات والوصلات الكاوتشوكية خاصة في أنواع المعدات القديمة، والتي استخدمت فيها أنواع الكاوتشوك الطبيعي أو الصناعي القابلة للذوبان، لذا روعى في الموديلات الجديدة ضرورة استخدام أنواع من الكاوتشوك الصناعي المقاوم للذوبان.

كذلك من المهم عقب بدء الاستخدام في المحركات أو المعدات مراجعة حالة مرشحات الوقود، إذ يحدث بها كما سبق الذكر، الانسداد بالرواسب التي يذيبها الديزل الحيوي من على أسطح أجزاء وحدات المحرك أو غرف الاحتراق، والتي تكونت عليها مع طول استخدام الديزل البترولي. ولعلاج ذلك يلزم تغيير هذه المرشحات أو تنظيفها جيدًا، وعقب فترة قصيرة من بدء الاستخدام.

والاستخدام بالنسبة حتى ٣٠٪ لا يستدعى التعديل في ظروف أداء المحرك أو المعدات الأخرى، لكن إن لزم الأمر فيمكن التعديل في هذه الظروف مع زيادة النسبة التي يحتوي عليها الخليط من الديزل الحيوي، ومن الممكن تدريجيًّا زيادة نسبة الوقود الحيوي مع خفض نسبة الوقود البترولي. وهذا المؤثر على كفاءة إذابة الرواسب، يعني نظافة الأجزاء الملامسة للوقود من وصلات وأنابيب ومضخات وخلافه، وبالتالي يتحسن أداؤها.

ومع ما يتحقق من انخفاض لنسبة انبعاث غاز ثاني أوكسيد الكربون، حيث تم قياس انبعاثاته باستخدام نسبة ٢٠٪ بالوزن من الديزل البترولي، وأوضحت النتائج تحقق انخفاض لكمية ١،٥ مليون طن في السنة بإنجلترا، وهو ما يعتبر حافزًا جيدًا على استخدام الديزل الحيوي، لنظافة احتراقه وانخفاض تأثيراته على البيئة.

٢/١/٢ طاقات الإنتاج :

طاقات الإنتاج للديزل الحيوي تزداد عالميًّا على نحو سريع، وبمعدل نمو خلال الفترة ٢٠٠٢-٢٠٠٦، وصل إلى حدود ٤٠٪ سنويًّا، وبحيث كانت الكميات المنتجة في عام ٢٠٠٦ بحدود ٦ ملايين طن، منها ٤،٩ مليون طن تم إنتاجها في دول أوروبا، وفي ألمانيا بمفردها كمية ٢،٧ مليون طن، إضافة إلى الكمية التي تم إنتاجها في الولايات المتحدة الأمريكية.

وفي عام ٢٠٠٩ وصل الإنتاج في دول أوروبا وحدها إلى حدود ١٠،٣ مليون طن (أي حوالي ضعف الكمية التي أنتجت في عام ٢٠٠٦)، في المقابل تقدر الكميات التي في احتياج إليها من الديزل الحيوي في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا بحدود ٤٩٠ مليون طن، أي إن المجال لا يزال متسع للمزيد من إنتاج الديزل الحيوي، ولكن المشكلة تكمن في أن إنتاج العالم بأكمله من الزيوت النباتية، ولمختلف

أغراض الاستخدام لم يتجاوز ١١٠ ملايين طن، منها ٣٤ مليون طن من زيت النخيل وزيت فول الصويا.

ومع النجاح الذي تحقق في ماليزيا، وإندونسيا، وتايلاند، وغيرها من الدول، في إنتاج الديزل الحيوي، فقد تم التوسع في استزراع نباتات الجاتروفا، والخروع، وزيت النخيل، وجاري المزيد من هذا التوسع.

٢/١/٢ الخامات اللازمة:

* زيوت نباتية خام، من أكثرها استخدامًا زيت بذر اللفت، وفول الصويا، وفي أمريكا فإن فول الصويا بمفرده يقارب نسبة ٩٠٪ من الزيوت النباتية المستخدمة في إنتاج الديزل الحيوي، كذلك يمكن إنتاج الوقود الحيوي من زيوت نبات الجاتروفا، والكتان، وبذر عباد الشمس، وزيت النخيل، ونبات القنب، وكذلك الزيوت النباتية سابقة الاستخدام.

* دهون حيوانية مثال: الشحم الحيواني، ودهن الخنزير، والشحم الأصفر، ودهون الدجاج، وغيرها، إضافة إلى الأحماض الدهنية وزيوت الأسماك، ومخلفات إنتاج مركب أوميجا.

* الطحالب التي تنمو دون الاحتياج إليها وفي مناطق عشوائية، ولا تشكل مساحات من الأرض تكون مخصصة لإنتاج المواد الغذائية.

وأغلب المدافعين عن إنتاج الديزل الحيوي يؤيدون حسن الاستفادة من الزيوت النباتية السابقة الاستخدام لصنع الديزل الحيوي، لكن نظرًا لأن هذا الاستخدام يقل في الكفاءة بكثير عن الديزل البترولي، فلم يتم العمل على تنميته بفاعلية.

أما الدهون الحيوانية فإن كمياتها محدودة، وليس من الكفاءة أو الاقتصاد أن يتم استخدام الحيوانات لذلك الغرض، أي الحصول فقط على دهونها، بل تأتي الحصول على هذه الدهون كاستفادة ثانوية من ذبح الحيوانات، ولو تم التوسع في إنتاج الديزل الحيوي من دهن الحيوان، فإن ذلك لن يحقق إلا نسبة منخفضة مقارنة بما يتم إنتاجه من الديزل البترولي.

وحاليًا توجد وحدة في أمريكا تعتمد على شحوم الدجاج، وبكمية تصل إلى ٢٫٣ بليون رطل من هذه الشحوم، وذلك لإنتاج ١١٠٤ مليون لتر من الديزل الحيوي، وقد تم إنشاؤها بجوار وحدة لتربية الدجاج، ومما يُحسن من اقتصاديات الإنتاج.

٤/١/٢ الكميات اللازمة من الخامات :

لا تكفي حاليًا الكميات المنتجة من الزيوت النباتية والدهون الحيوانية لإنتاج كميات كافية من الوقود الحيوي، بحيث إنها تغطي كميات الاستهلاك بديلاً عن أنواع الوقود البترولي، بالإضافة إلى أن ما سوف يستهلك من أسمدة ومبيدات في الزراعة، إضافة إلى مساحات الأرض اللازمة لإنتاج النباتات المختلفة واستزراع الحبوب الزيتية، فإن جميعها تشكل أهدافًا من الصعب تجاوزها، وعلى سبيل المثال، فإن الوقود البترولي اللازم للولايات المتحدة الأمريكية للاستخدام في عمليات النقل (ديزل بترولي) أو عمليات التسخين المنزلي والصناعي يصل إلى قرابة ١٦٠ مليون طن في السنة، بينما في المقابل لا يتجاوز إنتاج الزيوت النباتية المستخدمة في مختلف الأغراض عن حدود ١١ مليون طن في السنة، إضافة إلى أن الإنتاج من الدهن الحيواني لا يزيد عن ٥٫٣ مليون طن، أي أن إجمالي هذه المدخلات الخام لا تزيد عن ١٦٫٣ مليون طن، مما يعني حوالي ١٠٪ من استهلاك الوقود البترولي، وفي المقابل أيضًا تتوافر مساحات شاسعة من الأراضي القابلة للاستزراع، حوالي ٤٧٠ مليون فدان (ما يقابل مساحة ١٫٩ مليون كيلو متر مربع)، وإذا ما تم استخدام هذه الأراضي لزراعة الحبوب الزيتية، مثل فول الصويا، فإن ذلك سوف يقابل كمية ١٦٠ المليون طن المطلوبة من الديزل الحوي في السنة، وذلك بافتراض أن كل فدان سوف يحقق إنتاج ٦٨ جالون من الديزل الحيوي.

وبالتأكيد يمكن التوفير في هذه المساحات من الأراضي القابلة للزراعة، لو تم الاعتماد في إنتاج الوقود الحيوي على أنواع الطحالب، وأن يكون ذلك بالتغلب على أي عقبات قد تصادف نمو الطحالب، ويقدر قسم الطاقة في أمريكا، أن كمية الأرض اللازم استزراعها بالطحاب لتغطية الإنتاج من الوقود الحيوي بحدود ٣٨٨٤٩ كيلومتر مربع (تكافئ ١٥٠٠٠ ميل مربع)، أو ما يساوي ١٫٣ مساحة بلجيكا بأكملها، وعلى أساس أن الإنتاج سيصل إلى ١٥٠٠ جالون للفدان.

وأهم مميزات استنبات الطحالب عدم الاحتياج إلى أراضٍ صالحة للاستزراع، مثال الصحراء أو المناطق المتاخمة للبحار والميحطات (قرب الشواطئ)، أو أنواع النباتات البحرية، بالإضافة إلى أن إنتاج الزيوت النباتية من الطحالب تكون بكميات أكبر بكثير مقارنة بغيرها من النباتات.

٥/١/٢ كميات الديزل الحيوي من النباتات المختلفة :

يتناسب الإنتاج من الديزل الحيوي مع كفاءة الاستغلال لمساحات الأراضي، وبحيث يلزم حشد المساحات اللازمة لتغطية اللازم إنتاجه من الزيوت النباتية. سواء على المستوى القومي (لكل بلد) أو العالمي لجميع الدول.

يتضمن الجدول (١) الإنتاج المتوقع من الديزل الحيوي والممكن الحصول عليها من استزراع الفدان الواحد، مع اختلاف المصادر النباتية وأنواع الحبوب الزيتية المستخدمة في الإنتاج.

الجدول رقم (١)

الإنتاج المتوقع من الديزل الحيوي مع اختلاف المصادر النباتية المستخدمة

المصدر النباتي المستخدم في الإنتاج	الكميات المتوقع إنتاجها من الديزل الحيوى جالون من كل فدان
أنواع الطحالب	١٨٠٠
زيت النخيل	٥٠٨
زيت جوز الهند	٢٣٠
زيت نبات الجاتروفا	٢٠٠
زيت بذر اللفت	١٠٢
زيت فول الصويا	٩٨،٦-٥٩،٢
زيت الفول السوداني	٩٠
زيت عباد الشمس	٨٢

أي إن أنواع الطحالب تحقق إنتاج ديزل حيوي يصل إلى حوالي ٣٠ ضعفًا لما يتم إنتاجه من استخدام فول الصويا، وذلك طبقًا لما يؤكده قسم الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية، ودون الأخذ في الاعتبار أن بعض التقديرات تصل إلى أن تحقق الطحالب إنتاجًا يصل إلى ١٥٠٠٠ (خمسة عشر ألف) جالون من الديزل الحيوي من الفدان الواحد.

وبالنسبة إلى نبات الجاتروفا، فإن هذه الأرقام أخذت في الاعتبار نمو هذا النبات في أراضٍ ذات مقاومة للجفاف، مثال الأراضي في دول الفلبين، مالي، الهند، أو التي قد تكون من الأراضي المزروعة بقصب السكر، أو أشجار البن، أو غيرها من الفواكه أو الخضروات.

٢/٢ الكحول الحيوي:

يتم تصنيع الكحول الحيوي بإحدى الطرق التالية :

١ – الإسالة لمركب السيلولوز الخشبي باستخدام الإنزيمات، حيث تتحول إلى أنواع من السكريات البسيطة (مثال الجلوكوز)، ثم يعقبها عملية التخمر لتتحول السكريات إلى كحولات، ثم بالتقطير لفصل الماء المتكون، والحصول على الكحول الحيوي النقي.

٢ – تحويل مركب السيلولوز الخشبي إلى غازات بالحرارة الشديدة، وتشمل هذه الغازات: أول أوكسيد الكربون والهيدروجين، حيث يتم تحويلها إلى كحول

بالتخمر، أو باستخدام عوامل مساعدة كيميائية، ثم التقطير لفصل الماء المتكون والحصول على الكحول الحيوي النقي.

ويشمل إنتاج الإيثانول الحيوي بعملية الإسالة الخطوات التالية:

أ - تحويل السيلولوز أو مركب النشا أو السكريات المعقدة إلى سكريات ذائبة في الماء، وذلك في العملية التي يطلق عليها مسمى التحويل السكري (Saccharification).

ب - إجراء التخمر للسكريات بالبكتريا لتتحول إلى كحول حيوي (كحول إيثانول حيوي).

جـ- التقطير لفصل الإيثانول عن الماء، حيث يحتوي على حوالي ٥٪ بالحجم ماء.

د - التجفيف الكامل للايثانول الناتج من التقطير ليصبح إيثانول نقيًّا غير مائي.

لإنتاج الكحول الحيوي بالتحليل الإنزيمي للسيلولوز الخشبي، فقد وجدت بعض النتائج المعاكسة وغير المتوقعة، إذ مع زيادة نسبة وجود الأخشاب فإن الناتج يقل، وكذلك معدل التحلل الإنزيمي، وذلك رغم أن العمل بالمصادر الخشبية يتميز بالاحتياج إلى كمية أقل من كل الطاقة والماء، وهذا النقص في الإنتاج مع زيادة التركيز ليس بعد مفهومًا أو واضحًا، أو لماذا تتوقف فاعلية الإنزيمات، ومما تضيع معه المميزات التي يحققها استخدام السيلولوز الخشبي.

وهذا التأثير وجد أنه يحدث بفاعلية وبصفة عامة، ليصنع علاقة خطية وفي حدود زيادة التركيز من ٥ إلى ٣٠٪ مع النسبة الخشبية من السيلولوز الصلب المستخدم، ورجوعًا إلى ما يحدث منذ بداية التفاعل إلى نهايته.

كذلك وجد أن انخفاض كفاءة عملية الخلط بين المكونات ليس لها تأثير يذكر، وغير مرتبطة بالانخفاض في الناتج من الوقود الحيوي، كذلك وجد أن له دورًا مؤثرًا لنسبة الماء المستخدم، أو لوجود مسببات لإعاقة التفاعل، ولكن كان من الواضح أن وجود معوقات في عملية امتصاص السيلولوز الخشبي، ذات التأثير الأكبر فيما يحدث من انخفاض للناتج، وكذلك لما يحدث من انخفاض في معدل امتصاص الإنزيمات للسيلولوز الخشبي اللازم إسالته، وبذلك يمكن تفسير النقص في الإنتاج مع زيادة التركيز، سواء للإنزيمات أو السيلولوز الخشبي، وفهم هذه العلاقة وتفسيرها يمكن أن يؤدى إلى التحسين وزيادة الإنتاج للوقود الحيوي الجاري تصنيعه من أنواع السيلولوز الخشبي.

وبالنسبة للمحتوى من الماء، فقد وجد أن له تأثيرًا على اللزوجة، وكذلك على معدلات تكسير الجزئيات تحت تأثير قوى القص الميكانيكي، وذلك خلال عملية المزج، وبالتالي يكون لها تأثير على فاعلية الإنزيمات، أي إن الماء لا يؤثر فقط على كفاءة عملية الإسالة، بل وكذلك على عملية التحول للمركبات الوسيطة، وأيضًا على المتكون من المنتجات النهائية، وبالتالي على توازن الطاقة المستنفدة للكتلة الحيوية اللازمة لإنتاج الإيثانول الحيوي.

وهناك طريقة أخرى لإنتاج الإيثانول الحيوي، وعلى النمط الذي يتبع في إنتاجه بالولايات المتحدة الأمريكية، حيث إن إنتاج الإيثانول الحيوي من النباتات المحتوية على حبوب تستهلك ضعف الطاقة اللازمة لإنتاج الجازولين من خام البترول، وقد تم حساب ذلك أخذًا في الاعتبار الطاقة المستخدمة، ليس فقط في زراعة الحبوب بل باللازم في مراحل الزراعة والري والفصل، وكذلك على اللازم من أسمدة أو مبيدات أو كيماويات زراعية، وجميع هذه العمليات مستنفدة للطاقة؛ خاصة وأن بعض منتجي الإيثانول الحيوي يستخدمون الفحم كوقود للعمليات المختلفة اللازم تنفيذها.

كذلك في مناطق من العالم يتم الاستخدام الكبير للمياه، رغم الكمية القليلة المتاحة للري، ومثال على ذلك شمال الصين، والهند، وحزام القمح وفول الصويا في أمريكا.

واقتصاديات إنتاج الإيثانول الحيوي تعتمد على موقع الإنتاج. ولكن في أي الأحوال فإن المحاصيل والمنتجات الثانوية، والتي تشمل مخلفات عصير القصب، يستفاد بها كوقود، يمكن استخدامه في مراحل التصنيع المختلفة، إضافة إلى العسل الأسود، والذى يستخدم بدوره كطعام أو لإنتاج الإيثانول.

وفي البرازيل تم التطوير لاستنبات أكثر من ٥٠٠ نوع من قصب السكر، بعضها لا يحتاج إلى الري بالماء، وكذلك للزراعة طوال فصول العام، وبحيث يستمر التصنيع طوال العام.

وقد حققت هذه الأنواع من القصب زيادة فى كفاءة الإنتاج، وصلت إلى ٨٣٠٪ مقارنة بما كان متعارفًا عليه بحدود ١٥-٢٠٪، وكذلك بمقارنة الطاقة المتولدة من الإيثانول بالطاقة الناتجة من الوقود الأحفوري المستخدم في الإنتاج، كما روعي أيضًا في البرازيل لخفض مصروفات النقل، بناء المصانع بجوار حقول القصب، وذلك

متبع في أغلب الدول المعتمدة على القصب، ومع الإقلال من كميات الأسمدة المستعملة.

هذا وتلعب تكاليف الخفض لغازات الصوبا الخضراء دورًا مؤثرًا بالنسبة لمصادر الوقود الحيوي، فقصب السكر يعتبر الأقل بالنسبة لخفض انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون مقارنة بالمصادر الأخرى، إذ إنها في حدود ٥٠ دولار فقط لكل طن من ثاني أوكسيد الكربون أو ما يكافؤ من غازات الصوبا الخضراء، بينما بالمقارنة تبلغ هذه التكلفة حوالي ٦٠٠ دولار بالنسبة للإنتاج باستخدام القمح، وقد يكون قصب السكر وغيره من المحاصيل المنتجة للديزل الحيوي دافعًا مؤثرًا للكثيرين، بأن استخدام الوقود الحيوي في عمليات النقل هو طريق مبشر وواعد لخفض التلوث ومنع التدمير البيئي الذي يصاحب استخدام الوقود الأحفوري.

٢/٢ الأحماض الدهنية الحرة:

تعتبر الأحماض الدهنية الحرة العنصر الأساسي والمؤثر عند احتراق وقود الديزل الحيوي، حيث تختلف تركيبات تلك الأحماض الدهنية عند تحويل الزيوت النباتية إلى وقود الديزل الحيوي، وتختلف هذه الأحماض في عدد ما تحتوي عليه من ذرات الكربون؛ إذ تتراوح من ٨ إلى ٢٢ ذرة، بالإضافة إلى الاختلاف بين أن تكون مشبعة أو غير مشبعة (تحتوي على روابط ثنائية)، وحيث تحتوي بعضها على رابطة واحدة أو اثنين من الروابط الثانية، وبالتالي تختلف خواص هذه الأحماض الدهنية، خاصة في نقطة الانصهار ودرجة الغليان.

يحتوي الجدول (٢) على بيان بالأحماض الدهنية، موضحًا عدد ذرات الكربون والتركيب الكيميائي، وكذلك نقطة الانصهار ودرجة الغليان لكل منها.

كما يحتوي الجدول (٣) على الأنواع الشائعة من الزيوت النباتية، ونسبة ما يحتويه كل منها على الأحماض الدهنية المختلفة، وحيث تتأثر بالتغير في ترتيب تركيبها، وبالتالي في جودة اشتعالها، وحدود اللزوجة، ونسب انبعاث أكاسيد النيتروجين، عند احتراقها كوقود.

والأحماض الدهنية ذات الرابطة الثنائية الواحدة من أفضل هذه الأحماض لتصنيع الديزل الحيوي، والشحوم الصفراء في الجدول (٣) تخص مخلفات الزيوت النباتية المستعملة (لدى المطاعم)، حيث يطلق مسمى الأصفر للتعبير عن جودة الشحوم، والتالي يمكن تحديد نسبة وجودها في هذه الأحماض الدهنية، وطبقًا للمصدر الأساسي للزيت النباتي المحتوى عليه.

جدول (٢)

التركيب الكيميائى، ونقطة الانصهار، ودرجة الغليان، للأحماض الدهنية الحرة

الحامض الدهني	عدد ذرات الكربون	عدد الروابط الثنائية	التركيب الكيميائي	نقطة الانصهار م°	نقطة الغليان م°
كابرليك	٨	-	$CH_3(CH_2)_6COOH$	١٦,٥	٢٣٩
كابريك	١٠	-	$CH_3(CH_2)_8COOH$	٣١,٣	٢٦٩
لايرك	١٢	-	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	٤٣,٦	٣٠٤
ميرستيك	١٤	-	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	٥٨	٣٣٢
بلاميتيك	١٦	-	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	٦٢,٩	٣٤٩
بلامترأوليك	١٦	١	$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7COOH$	٣٣	-
ستريك	١٨	-	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	٦٩,٩	٣٧١
أوليك	١٨	١	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$	١٦,٣	-
لينوليك	١٨	٢	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=(CH_2)_7COOH$	- ٥	-
ليرولينك	١٨	٣	$CH_3(CH_2)_2CH=CHCH_2CH=(CH_2)_7COOH$	- ١١	-
أراستيتك	٢٠	-	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	٧٥,٢	-
اكوسينويك	٢٠	١	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_9COOH$	٢٣	-
بهينيك	٢٢	-	$CH_3(CH_2)_{20}COOH$	٨٠	-
ايروكيك	٢٢	١	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_{11}COOH$	٣٤	-

الجدول (٣)

نسبة الأحماض الدهنية الحرة في الزيوت النباتية

الحامض الدهني / الزيت النباتي	C_8	C_{10}	C_{12}	C_{14}	C_{16}	$C_{16=1}$	C_{18}	$C_{18=1}$	$C_{18=2}$	$C_{18=3}$	C_{20} / C_{22}	$C_{20:1=}$ / $C_{22:1=}$	أخرى
شحم اصفر	-	-	-	١	٢٣	١	١٠	٥٠	١٥	-	-	-	
تالو (شحم حيواني)	-	-	٠,٢	٣-٢	٣٠-٢٥	٣-٢	٢٦-٢١	٤٢-٣٩	٢	-	١-٠,٤	٠,٣	٠,٥
لوريل دهن حيواني	-	-	-	١	٣٠-٢٥	٥-٢	١٦-١٢	٥١-١٤	٢٢-٤	-	-	٣-٢	٠,٢
زبدة	٢-١	٣-٢	٤-١	١٣-٨	٣٠-٢٥	٥-٢	٣٢-٢٥	٢٩-٢٢	٣	-	٢-٠,٤	١,٥-٢	٢-١
زيت جوز الهند	٩-٥	١٠-٤	٥١-٤٤	١٨-١٣	١٠-٧	-	٤-١	٨-٥	٣-١	-	-	-	-
زيت نخيل كارتالك	٤-٢	٧-٣	٥٢-٤٥	١٩-١٤	٩-٦	١-٠	٣-١	١٨-١٠	٢-١	-	٢-١	-	-
زيت النخيل	-	-	-	٦-١	٤٧-٣٢	-	٦-١	٥٢-٤٠	١١-٢	-	-	-	-
زيت العصفر				-	٥,٢	-	٢,٢	٧٦,٣	١٦,٢	-	-	-	-
زيت الفول السوداني	-	-	-	٠,٥	١١-٦	٢-١	٦-٣	٦٦-٣٩	٣٨-١٧	--	١٠-٥	-	-
زيت بذر القطن	-	-	-	٣-٠	٢٣-١٧	-	٣-١	٤١-٢٣	٥٥-٣٤	-	-	٣-٢	-
زيت القمح	-	-	-	٢-٠	١٠-٨	٢-١	٤-١	٥٠-٣٠	٥٦-٣٤	-	-	٢-٠	-
زيت عباد الشمس	-	-	-	-	٦	٢-١	٤,٢	١٨,٧	٦٩,٣	٠,٣	١,٤	-	-
زيت فول الصويا	-	-	-	٠,٣	١١-٧	-	٦-٣	٣٤-٢٢	٦٠-٥٠	١٠-٢	١٠-٥	-	-
زيت اللفت	-	-	-	-	٥-٢	١-٠	٢-١	١٥-١٠	٢٠-١٠	١٠-٥	٠,٩	٦٠-٥٠	-
زيت الكتان	-	-	-	٠,٢	٩-٥	-	١-٠	٢٩-٩	٢٩-٨	٦٧-٤٥	-	-	-
زيت التانج	-	-	-	-	-	-	-	١٣-٤	١٥-٨	٨٨-٧٢	-	-	-

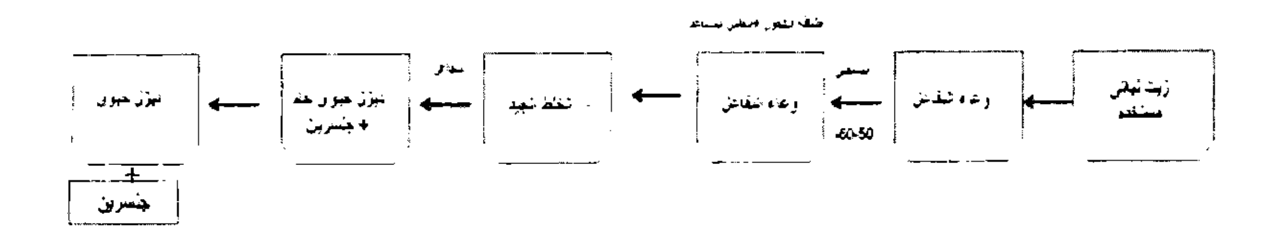
وتوضح المعادلات التالية خطوات التفاعل لتحويل الأحماض الدهنية الحرة Free Fatty Acid (FEA) إلى استيرات (ديزل حيوي) وذلك بالتفاعل مع كحول الميثانول.

$$\begin{matrix} CH_2\text{-}O\text{-}\overset{O}{\overset{||}{C}}\text{-}R_1 \\ | \\ CH\text{-}O\text{-}\overset{O}{\overset{||}{C}}\text{-}R_2 \\ | \\ CH_2\text{-}O\text{-}\overset{O}{\overset{||}{C}}\text{-}R_3 \end{matrix} + 3CH_3OH \xrightarrow[\text{(ايدروكسيد الصوديوم)}]{\text{عامل مساعد}} \begin{matrix} CH_3\text{-}O\text{-}\overset{O}{\overset{||}{C}}\text{-}R_1 \\ CH_3\text{-}O\text{-}\overset{O}{\overset{||}{C}}\text{-}R_2 \\ CH_3\text{-}O\text{-}\overset{O}{\overset{||}{C}}\text{-}R_3 \end{matrix} + \begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{matrix}$$

حامض دهني ثلاثي   ميثانول   ميثيل استير   جلسرول

والجلسيرول ذو لون أسود وأثقل من الاستيرات المتكونة ذات اللون الشفاف. وبذلك يمكن بسهولة فصلهما عن بعض.

ونظريًا لا يستهلك العامل المساعد المستخدم (أيدروكسيد الصوديوم) بل يمكن استعادته من الجلسيرول بغسله بالماء، ويشتمل الشكل (١) على خطوات ومراحل إنتاج وفصل الديزل الحيوي، بحيث يصبح جهز للاستخدام كوقود للمحركات في محطات خدمة السيارات.



شكل (١)

خطوات إنتاج الديزل الحيوي إلى حين تسويقه

١/٢/٢ معالجة الزيوت النباتية السابقة الاستخدام:

بعض هذه الزيوت تحتوى على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية، والتي من الأفضل أن يتم خلطها مع الزيوت الجديدة ذات النسبة المنخفضة من الأحماض، ثم استخدامها في الإنتاج طبقًا للخطوات التالية للأسترة، في خطوتين (مرحلتين)، وحيث ينتج أولاً الصابون طبقًا للآتى:

١ – يضاف العامل المساعد (أيدروكسيد الصوديوم) مع الماء لتحويل الأحماض الدهنية الحرة إلى صابون، ثم تتم إزالة الصابون.

٢ – يضاف الحامض مع نسبة كبيرة من كحول الميثانول للتحويل إلى الوقود الحيوي المطلوب.

٣ – يتم التقطير والفصل.

وإضافة العامل المساعد مع الماء إلى كمية كبيرة من الحامض الدهني الحر هو الحل الأسهل، لكن أحيانًا ما تكون لهذه العملية بعض العيوب، من أهمها أن الفاقد من الخامات كبير نسبيًا، سواء من الزيوت أو الميثانول، وكذلك مع تكون بعض الشحوم، فإن ذلك في الشتاء مع البرودة قد يسبب مشكلات في التصنيع؛ حيث تتحول الشحوم إلى الحالة الصلبة غير القابلة للتدفيع.

الفصل الثالث

٣ – الإنتاج من الطحالب

تحتوي الطحالب على نسبة لا بأس بها من الزيوت النباتية، تصل في بعض أنواع الطحالب إلى ٦٠٪ من وزنها، ومن هذه الزيوت يتم إنتاج الوقود الحيوي، والذي يعرف باسم الجيل الثالث من الوقود الحيوي، كما يحمل ذلك الوقود الحيوي مسميات أخرى، مثال: الطحالب البترولية (Algae – Oleum) والطحالب الزيتية (Oilgae).

وقد تزايد مؤخرًا الاهتمام بالطحالب والوقود الحيوي المصنع منها للأسباب التالية:

١ – ارتفاع أسعار الخامات البترولية، مع تذبذب أسعارها صعودًا وهبوطًا.

٢ – وجود منافسة على الطلب للمواد الغذائية والزيوت النباتية، مما لا يتيح استخدامها كمصدر لإنتاج الوقود الحيوي، بل وجد من الأفضل أن تكون مصدرًا غذائيًا.

٣ – أزمة الغذاء العالمية.

٤ – إن الطحالب لا تضيف زيادة في انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون إلى الجو، حيث إن ما تستهلكه أثناء زراعتها ونموها، يتعادل تقريبًا مع ما ينبعث منها عند احتراق الوقود الحيوي المصنع منها، وعلى العكس فإن احتراق الوقود البترولي يزيد من انبعاث ثاني أوكسيد كربون، ودون حدوث أي استهلاك أو امتصاص له.

والذي يحدث خلال التمثيل الضوئي، أن الطحالب وغيرها من الكائنات الدقيقة، تستهلك ثاني أوكسيد الكربون من الجو في وجود ضوء الشمس، مع انبعاث الأوكسجين منها إلى الجو، ويقدر أن مقدار هذه الاستفادة تصل إلى حوالي ٩٩٪ مما تم أخذه من الجو.

وقد صادف وقود الطحالب خلال عام ٢٠٠٨ ارتفاعًا في التكلفة، وذلك بسبب ارتفاع أسعار أغلب أنواع الطحالب لتكون بحدود ٥–١٠ دولار للكيلو جرام، لكن مع ما بذل من مجهودات من العديد من الشركات والحكومات، فقد أدى إلى خفض الأسعار، وبالتالي مصاريف التشغيل، وكذلك رأس المال المستثمر، وانعكس على الانخفاض في أسعار الوقود الحيوي، وقد شمل ذلك إنتاج كل من :

* زيوت الطحالب.

* الديزل الحيوي.
* كحول الإيثانول الحيوي.
* الجازولين الحيوي.
* كحول الميثانول الحيوي.
* كحول البيوتانول الحيوي.

وخلافها من أنواع الوقود الحيوي، ومما جعلها مقبولة تسويقيًّا، كذلك من المهم ذكر، أن نمو الطحالب لا يؤثر على مصادر المياه الطازجة، أي التي لم يسبق استخدامها، بل في الإمكان زراعة الطحالب وغيرها باستخدام ماء البحار أو المحيطات أو الماء الذي سبق استخدامه، وغير مؤثرة على البيئة بأي أضرار أو إحداث للتلوث، سواء أثناء النمو أو حتى عند فنائها واندثارها.

وأسعار الطحالب قد يكون أعلى للوحدة، إلا أنها تنتج أكثر من ثلاثين (٣٠) ضعفًا مما ينتج من أنواع الحبوب الزيتية، مثال: فول الصويا (الجيل الثاني من الوقود الحيوي)، وعلى سبيل المثال فإن الطحالب المزروعة في مساحة بحدود لا تتجاوز ٤٠م٢ تستطيع أن تنتج وقودًا حيويًا يكافئ ما ينتج من فول الصويا المزروع في مساحة ملعب لكرة القدم.

وجميع الطحالب تستطيع أن تستفيد بكافة ما يصل إليها من الطاقة الشمسية، وفي الولايات المتحدة الأمريكية يتوقع قسم الطاقة أن الاحتياج لزراعة مساحة لا تزيد عن ٤٠ ألف كيلو متر مربع بالطحالب، سيكون كافيًا لأن تحل بالكامل بديلاً عن جميع ما يستهلك حاليًا من أنواع الوقود البترولي، وهذه المساحة التي ستزرع طحالب أقل من ١/ ٧ (سبع) المساحة المزروعة حاليًا بالقمح في أمريكا عام ٢٠٠٨.

هذا وقد وجدت بعض الصعوبات في استخدام زيوت الطحالب نظرًا لارتفاع لزوجتها وانخفاض معدلات تطايرها؛ خاصة إذا ما استخدمت مباشرة كوقود لمحركات الديزل، ومما يتعذر معه عند ضغطها في المحركات أن تحترق بالكامل، ومما يتسبب بالتالي في انخفاض كفاءة المحركات، مع تكون أنواع من الرواسب التي تكون ملتصقة بأجزاء المحركات، وبعض زيوت الطحاب تصل لزوجتها إلى ١٠-٢٠ ضعف لزوجة الوقود الديزل البترولي.

وفي خاصية ارتفاع اللزوجة تتماثل زيوت الطحالب مع الزيوت النباتية الأخرى، مثال لزوجة زيت نبات الخروع، التي تصل إلى ١٠٠ ضعف لزوجة وقود الديزل البترولي، وهناك بعض الحلول التي تعمل على حل مشكلة ارتفاع لزوجة زيوت الطحالب، مثال الآتي:

١ – التخفيف بوقود الديزل البترولي.

٢ – التكسير الحراري (Pyrolysis) لزيوت الطحالب.

٣ – الاستحلاب باستخدام عامل استحلاب مناسب.

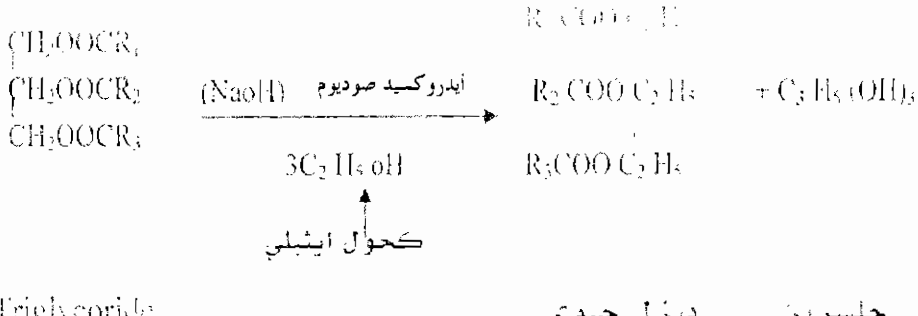
٤ – التحويل إلى ديزل حيوي بإجراء عملية الأسترة.

وأنسب هذه الحلول فنيًّا هو التحويل إلى ديزل حيوي، حيث يجري تفاعل الأسترة باستخدام كحول الميثانول في وجود عامل مساعد (أيدروكسيد الصوديوم)، وحيث ينتج منها مركب صوديوم ميثو أوكسيد، الذي عند خلطه مع زيت الطحالب ينتج مركب الجلسرين، ومركب استيرات الميثيل، وحيث إن الجلسرين هو الأعلى في الكثافة لذا يكون الطبقة السفلى، بينما تشكل الطبقة العليا استيرات المثيل، والجلسرين يمكن الاستفادة به في صنع الصابون، أو غيره من المركبات المختلفة، والتي يقدر عددها بحوالي ١٦٠ مركبًا، واستيرات الميثيل يتم غسلها وترشيحها وتجفيفها لتصبح صالحة للاستخدام كوقود ديزل حيوي.

وتفاعل الأسترة ليس بجديد، إذ كما سبق الذكر يرجع تاريخه إلى عام ١٨٥٣، بمعرفة الباحثين E. Duffy & J. Patrick، وإذا ما استخدم كحول الايثانول فإنه يكون مع أيدروكسيد الصوديوم، مركب صوديوم إيثانولات (Sodium Ethanolate)، والذي عند تفاعله مع زيت الطحالب ينتج الديزل الحيوي وينفصل مركب الجلسرين.

هذا ولرفع كفاءة الفصل بين هذه المركبات يضاف مذيب ثنائي ميثيل إيثير المخلوط بالماء، وإذا ما تم الخلط جيدًا فإن بمرور بعض الوقت ينفصل الخليط إلى طبقتين، السفلى تحتوي على الديزل الحيوي مع مذيب الأثير، حيث يتم فصل الأثير بالتبخر تحت ضغط مخلخل، ليتبقى الديزل الحيوي في حالة صالحة للاستخدام، كذلك يمكن استخدام قوة الطرد المركزي لإتمام عملية الفصل هذه .

وتفاعل الأسترة على هذا النحو يكون كالتالي:



وحسابيًا فإنه عندما يتم تجفيف ٢ كيلو جرام من الطحالب الرطبة المبللة بالماء، ينتج عنها واحد كيلو جرام من الطحالب الجافة (٥٠٪)، حيث يمكن أن يصنع منها ٤٠٠ جرام من الوقود الحيوي (نسبة ٤٠٪).

والطحالب عند تخمرها يمكن أن تنتج الإيثانول الحيوي، والبيتانول الحيوي، اعتمادًا على محتواها من المركبات السكرية (الكاربوهيدرات).

٢/١ إنتاج أنواع الوقود الحيوي:

الديزل الحيوي:

تتجه العديد من الأبحاث حاليًا نحو رفع كفاءة التحويل للطحالب لإنتاج الزيوت، التي يصنعَ منها وقود الديزل الحيوي، وأغلب هذه الأبحاث تجريها الشركات الخاصة، ولكن التنبؤات تتجه إلى أن يتم ذلك الإنتاج في النطاق الصغير للعمل الخاص (المنزلي)، وبأن ذلك سوف يصنع الطريق لإنتاج ما يكفي من الديزل الحيوي، والذي سوف يُسرع بالإحلال بديلاً عن الديزل البترولي.

وأنواع الطحالب الدقيقة تنمو أسرع مقارنة بالطحالب العادية، أو البرية، حيث نجد أن الإنتاج من الهكتار يتراوح بين كمية ٥٠٠ وكمية ٢٠٠٠ جالون من الزيت النباتي، وخلال فترة عام واحد، وهذا في حدود من ٧ إلى ٣٠ ضعف ما يمكن إنتاجه من أنواع المحاصيل الأخرى.

وقد أوضحت النتائج إمكانية الإنتاج من الطحالب الدقيقة بنسبة في حدود ٦٠٪ من إجمالي كتلتها كزيوت نباتية، إذ أن الخلايا تنمو بمعدلات عالية في الوسط المائي، حيث يتوافر الماء الكافي والجيد، وكذلك ثاني أوكسيد الكربون، بالإضافة إلى المركبات المغذية (الأسمدة) للطحالب الدقيقة، ومما يتيح إمكانية الإنتاج بكميات كبيرة من الزيوت، وبالتالي من أنواع الكتلة الحيوية، ومن خلال ذلك النمو المتزايد للروابط في نباتات الطحالب، أو ما يعرف بمسمى المفاعل الحيوي للتمثيل الضوئي

(Photobioreactors) يمكن تحويل الزيوت النباتية إلى ديزل حيوي، ومع زيادة كفاءة عمليات التحول فإن ذلك يحقق الزيادة في الأرباح المتوقعة، ومما يعني العديد من المكاسب الاقتصادية للمجتمعات الريفية.

البيتانول الحيوي : يمكن إنتاج البيتانول الحيوي (C_4H_9OH) بتفاعل ذرتين من الطحالب في وجود ضوء الشمس، ويتميز البيتانول بأنه ينتج طاقة حرارية، وإن كانت تقل عما ينتجه الجازولين بنسبة ١٠٪، إلا أنها أكبر عما ينتج من الإيثانول أو الميثانول.

وفي أغلب موديلات محركات البنزين فمن الممكن إحلال البيتانول مكان الجازولين، دون إجراء أي تعديلات في المحرك، والبيتانول يعطي أداء أفضل من الايثانول، خاصة من حيث مقاومة التآكل بين أجزاء المحرك، ويتحقق ذلك أيضًا عند اختبار خليط من الجازولين مع الإيثانول بنسبة ١٥٪ (١٥:٨٥)، أو ما يعرف باصطلاح E85).

الجازولين الحيوي : ينتج من الكتلة الحيوية وعلى نحو يتساوى مع التركيب الكيميائي للجازولين البترولي، أي بحدود عدد ذرات كربون من ٦ (الهكسان) إلى ١٢ (الدودسان) ويستخدم بذلك في المحركات بديلاً عن الجازولين البترولي، ودون أي تعديلات لازمة لمحرك الاحتراق الداخلي (المحرك التقليدي لنزين السيارات).

غاز الميثان: ينتج بالتحلل البيولوجي خلال العمليات الزراعية، أو من تحلل المخلفات العضوية المختلفة، وعلى النحو التقليدي المتعارف عليه للتخمير، كذلك باستخدام بالبلمرات العضوية حيث تحلل إلى غاز الميثان.

الزيوت النباتية : تعرف بمسمى الزيوت النباتية المباشرة (Straight Vegetable Oil-SVO)، حيث تتميز بأنه من الممكن الاستخدام المباشر لها، ومما يوفر الطاقة اللازمة لإجراء عملية الأسترة (تفاعل الزيوت مع الكحول في وجود عامل مساعد) أي لإنتج الديزل الحيوي، ولكن ينحصر العيب الوحيد لتلك العملية بالاحتياج إلى إجراء تعديل لمحرك الديزل العادي، ليتحول محرك الديزل التقليدي إلى المحرك المعدل لاستخدام وقود الديزل البترولي المحتوي على نسبة شديدة الانخفاض من الكبريت، وحيث بدء في إنتاجه منذ عام ٢٠٠٦، والذي يصلح أيضًا لاستخدام الزيوت النباتية المباشرة.

التكسير للهيدروكاربونات لإنتاج أنواع وقود النقل : تجري عمليات التكسير للزيوت النباتية، وكذلك عمليات المعالجة بالهيدروجين، ومما يتيح إنتاج أنواع من الوقود تتماثل في الأداء مع الجازولين والديزل الناتجين من الوقود الأحفوري.

وقود النفاثات الحيوي : مع ارتفاع أسعار وقود النفاثات فإن ذلك يصنع ضغوطًا حادة على شركات الطيران، وربما أوجد حافزًا قويًا لإنتاج وقود النفاثات الحيوي من الطحالب، وقد تحدد لذلك هدف يلزم الوصول إليه عام ٢٠١٧، ألا وهو الإحلال بوقود النفاثات الحيوي بنسبة ١٠٪ مقابل وقود النفاثات البترولي، وقد ساهمت العديد من شركات الطيران في إنجاح هذه التجارب.

٢/٣ زراعة الطحالب : تحقق الطحالب سرعة في النمو تصل إلى أن تكون أسرع من المحاصيل الغذائية بمعدلات تتراوح من ٢٠ إلى ٣٠ ضعف في سرعة النمو.

بذلك تحقق الطحالب مضاعفة إنتاج الوقود الحيوي بحدود من ١٠-٣٠٠ ضعف من كل فدان، مقارنة بأنواع المحاصيل العادية، مثال فول الصويا، أو زيت النخيل، أو نبات الجاتروفا، أو بذور اللفت، إذ أن غمر نباتات الطحالب في حدود من يوم واحد إلى عشرة أيام، يتيح العديد من عمليات الاستزراع والحصاد، وبالتالي الاستفادة من الطحالب للحصول على الزيوت النباتية، كذلك فإن استزراع ونمو الطحالب يمكن إجراؤه في أنواع الأراضي الجدباء أو المالحة أو الشديدة الجفاف، وبما يعني عدم الاحتياج إلى استزراع للطحالب في الأراضي الخصبة، وكذلك عدم المنافسة مع المحاصيل الغذائية أو المنتجة للحبوب والزيوت.

٣/٣ المفاعل الحيوي: المقصود بذلك المفاعل الذي يعمل بالتمثيل الضوئي، حيث تقوم أغلب الشركات العاملة في ذلك المجال بإغراق نباتات الطحالب بالمياه المزودة بمواد التغذية (الأسمدة أو السباخ)، باستخدام المواسير البلاستيكية الشفافة (لذا يطلق عليها مسمى المفاعل الحيوي)، حيث عند تعرضها لأشعة الشمس تنمو الطحالب سريعًا، ولكن إدارة هذه الوحدات عادة ما تكون أكثر صعوبة وأعلى تكلفة مقارنة بأنواع الزراعات التقليدية (المفتوحة).

والطحالب يمكن لها أن تنمو في أي أراضٍ هامشية أو متاخمة، ، مثال الصحراء، أو حيث تكون المياه الجوفية عالية الملوحة، وذلك بدلاً من استخدام المياه العذبة.

وأهم الصعوبات التي تواجه إنتاج الديزل الحيوي باستخدام الطحالب تنحصر في التوصل إلى نوعية الطحالب التي تعطي كميات أعلى من الزيوت وبالتالي الوقود الحيوي، وأن تحقق النمو السريع، وأن لا تكون هناك أي معوقات في عملية حصادها، وبالطبع أن تكون ذات جدوى اقتصادية مقبولة خلال زراعتها ونموها وحصادها، وبذلك يتحقق للمفاعل الحيوي الكفاءة العالية والجدوى الاقتصادية معًا، وفي أي

الأحوال يلزم التزود بالكميات الكافية من ثاني أوكسيد الكربون وما يحقق أعلى وأفضل نمو للطحالب.

٤/٣ نظام الحلقة المغلقة (توفير ثاني أوكسيد الكربون):

أهم المصاعب التي تحد من الإنتاج الكبير للوقود الحيوي باستخدام الطحالب زراعة الطحالب بالكميات الكبيرة، وذلك بتعظيم ناتج العمليات الزراعية، خاصة في النظم المغلقة، والتي تتركز في إمكانية إيجاد مصدر رخيص لثاني أوكسيد الكربون النقي، وهناك تجارب عديدة وجدت أن ثاني أوكسيد الكربون المتصاعد من المداخن يصلح لأن يكون جيدًا لنمو الطحالب، لذلك هناك تفكير واتجاه لأن تتم زراعة الطحالب في الجوار من محطات توليد الكهرباء، أو الوحدات التي بها الأفران، أو الغلايات، حيث يتصاعد منها ثاني أوكسيد الكربون، بكميات كبيرة، بذلك تتحقق أيضًا الفائدة من خفض مقدار التلوث للهواء مع النمو السريع والجيد للطحالب.

٥/٣ الرابطة المفتوحة:

نظم الرابطة المفتوحة تعني زراعة الطحالب ذات العائد الكبير من الزيوت النباتية والوقود الحيوي، حيث يتم نموها في الظروف القاسية من الأرض المالحة أو القارية (ذات الفارق الكبير في درجات الحرارة بين النهار والليل)، وكذلك لمقدار التغير في درجات الحموضة (pH Value) أو عند الاشتراك مع أنواع الطحالب الضارة أو البكتريا، ومما يتسبب في القابلية للعدوى الفيروسية، ومن ذلك يلزم الأخذ في الاعتبار أن المجهود الذي يبذله النبات في إنتاج الزيوت هو المتوافر لديه، ولم يبذل في إنتاج البروتينات أو السكريات، حيث يتحول إلى إنتاج شرائح أقل في الصلابة، أو أقل في سرعة النمو، لذلك من اللازم مع أنواع الطحالب ذات المحتوى القليل من الزيوت، عدم تشتيت طاقتها بعيدًا عن مراحل النمو، وبالتالي أن تكون لها الفرصة الأفضل مع ظروف النمو القاسية.

٦/٣ استزراع أنواع الطحالب:

تتركز الأبحاث على استزراع أنواع الطحالب الدقيقة (Micro-algae) والتي لها قطر يقل عن ٠٫٠٤ ملي متر، وتكون لها المقدرة على عمليات التمثيل الضوئي، سواء كخلية واحدة أو اثنتين، وبذلك تختلف عن الطحالب الكبيرة الحجم (Macro-algae) مثال أعشاب البحر، والتفضيل للطحالب الدقيقة راجع بالأساس إلى الأسباب التالية:

* تركيبها المعقد.
* سرعة نموها.
* محتواها الكبير من الزيوت (لبعض أنواعها).

وبعض الأنشطة التجارية تهتم بالاستنبات الواسع للطحالب، مما يتيح حسن استخدام المرافق الخدمية القائمة، مثال محطات الطاقة العاملة بالفحم أو وحدات المعالجة لماء الصرف الصحى؛ حيث إن ذلك يزود زراعة الطحالب بالمواد الأولية اللازمة، مثال ثاني أوكسيد الكربون أو الأسمدة (السباخ)، وبهذا يتيح تحويل تلك المواد لتكون خامات للصناعة. وحاليًا توجد بعض الأبحاث التي توضح إمكانيات حسن الاستفادة بالأعشاب البحرية لتكون مصدرًا لتصنيع الوقود الحيوي، خاصة مع توافرها بكميات كبيرة، وفي الكثير من المواقع، ومن الطحالب الجاري دراسة مدى صلاحيتها لإنتاج الوقود الحيوي، ومن الممكن توافرها في العديد من أرجاء العالم، الأنواع العالية الإنتاج للزيوت، مثال الآتى :

* بترويو كاكس برايني	* Botryococcus brauni
* كلورلا	* Chlorella
* ديناليلا ترتينو لاكتا	* Dunalicalla tertiolecta
* جراسيلاريا	* Gracilaria
* بلويروكيراسيس	* Pleuro chrysis
* سارجاسام	* Sargassam

لا توجد بعد ترجمة باللغة العربية لهذه الأسماء.

٧/٢ الأبحاث الجارية :

تشمل الأبحاث التى يتم إجراؤها باستخدام الطحالب على الآتى :

* إمكانيات الخلط بين الوقود الحيوي المصنع من الطحالب المزروعة بالمنازل أو من المخلفات العضوية مع الديزل البترولي، وجاري تحديد أفضل النسب للخلط، (تجري في نيوزيلندا).
* استخدام الطحالب الدقيقة في إنتاج الوقود الحيوي، مع إجراء دراسات الجدوى الفنية والاقتصادية (تجري في برلين بألمانيا).
* إنتاج الوقود الحيوي من مختلف أنواع الطحالب المتوافرة محليًا (تجري في الفلبين).
* تحديد مواد التغذية المناسبة لزيادة سرعة نمو أنواع الطحالب (جارية في إنجلترا).

٨/٣ المواد المغذية (الأسمدة):

تحتوي تركيبات المواد المغذية على النيتروجين، الفوسفور، البوتاسيوم، حيث إن لهذه العناصر أهمية كبيرة لحسن نمو النبات ولازمة أساسًا كأسمدة، هذا بالإضافة إلى المعادن، مثال: السيلكون، الحديد، وغيرها من العناصر الدقيقة، وخاصة كمواد مهمة ومصدر للتغذية للنباتات البحرية، وفقدان أي من هذه العناصر يمكن أن يحد من نمو وإنتاجية أي مساحة مزروعة بالطحالب.

وقد نجحت الأبحاث في الوصول إلى تركيبات من النوعيات الدقيقة والجيدة، كمواد مغذية، وبها يحقق سرعة نمو الطحالب، وقد تحقق هدف كان مستهدفًا تنفيذه، ألا وهو تحقيق زيادة بحدود ٣٤٪ مع مضاعفة، اعداد الطحالب الممكن زراعتها خلال دورة واحدة للنمو.

٩/٣ المياه المستعملة:

تعتبر بعض المياه السابقة الاستخدام، خاصة من عمليات الصرف الصحي والجاري تدفيعها للمعالجة، ولكن بدلاً من ذلك فإنها تستخدم كمصدر غذائي جيد للطحالب، وكذلك الأمر بالنسبة للاستفادة بالصرف الزراعي، لكن هذه المياه، خاصة مع ما يتحقق من زيادة كمياتها خلال أوقات الفيضانات، تعتبر مصدرًا خطيرًا للتلوث ربما يشكل مخاطر صحية، لذا من اللازم ألا تدفع هذه المياه مباشرة لري الطحالب، بل الواجب أن تعالج أولاً بأنواع من البكتريا، خلال عمليات التخمر غير الهوائي، وإن لم يحدث ذلك فقد يؤدي استخدامها إلى أن تتلوث الطحالب، ومما يتسبب على الأقل، في قتل الكثير من أنواع الطحالب المرغوب في وجودها ونموها والاستفادة بها.

وفي وحدات الغاز الحيوي فإن المخلفات العضوية عادة ما تتحول إلى غازات، الميثان، وثاني أوكسيد الكربون، وكذلك إلى أسمدة عضوية (تكون غالبًا في الحالة السائلة) ومناسبة لنمو الطحالب، لكن من الأساسي أن يتم أولاً تنظيم وتعقيم هذه المخلفات.

هذا واستخدام المياه المستعملة ومياه المحيطات بدلاً من المياه العذبة والطازجة، يجد تأييدًا قويًا مع الاستمرار المستمر لمصادر هذه المياه، ولكن يلزم الأخذ في الاعتبار أن وجود المعادن الثقيلة أو الآثار المعدنية وغيرها من الملوثات في المياه المستعملة، يمكن أن يقلل من مقدرة خلايا النباتات على إجراء عملية التمثيل الضوئي وإنتاج الوقود الحيوي، إلى جانب ما يحدثه ذلك من تأثيرات وضغوط على مراحل العمل اللازم إجراؤها على هذه الخلايا. ونفس تلك المعلومة صحيحة أيضًا على مياه المحيطات. ولكن مع اختلاف نسب وجود الملوثات بها.

لذلك، فإن استخدام أنواع من الأسمدة الزراعة يكون مصدرًا أفضل لتغذية الطحالب، لكن مع الاحتراس من المعادن الثقيلة لخطورتها ولشدة تأثيرها على شرائح معينة من الطحالب، والتي قد تستجب لها بشدة.

وفي النظم المفتوحة للري فإن استخدام بعض أنواع الطحالب التي تستطيع أن تنمو في وجود المعادن الثقيلة، يقلل من تأثيرات الكائنات الدقيقة الأخرى، والتي لها المقدرة على إعاقة هذه النظم.

١٠/٣ الاستثمار والجدوى الاقتصادية :

عادة ما يكون هناك عدم تأكد حول احتمالية النجاح للمنتجات الجديدة، ومما يلزم أن تكون الاستثمارات مدروسة جيدًا لحين الاستفادة بمصادر الطاقة المناسبة، فعلى سبيل المثال فإن الانخفاض في أسعار الوقود البترولي، من المحتمل أن يجعل المستهلكين والمستثمرين فاقدي الاهتمام بمصادر الطاقة المتجددة، لذلك فإن القائمين على إنتاج الوقود من الطحالب قد تعلموا أن الاستثمارات لها توقعات مختلفة حول مقدار العائد وطول الفترة الزمنية لتحقيق ذلك العائد، فالبعض يتحدث عن استهداف تحقيق عائد على الأقل بمقدار خمسة أضعاف الاستثمارات، بينما يكتفي الآخرون بأن تتحقق الربحية خلال فترة زمنية طويلة، وكل من هؤلاء المستثمرين لديه توقعاته فيما يختص بالمعوقات المختلفة حول التنمية اللازمة للوقود الحيوي باستخدام الطحالب.

ويوجد كذلك البعض مما يأخذون الاعتبارات البيئية في الحسبان، وعلى الأقل اعتبار أن الوقود الحيوي من الطحالب قد يتسبب في إحداث ضغوط بيئية على الحياة البرية، مثال الضغط على أنواع الدببة أو الأسماك المختلفة.

١١/٣ المقارنة كوقود للنفاثات :

قامت شركة British Airways (BA) بإجراء تجربة باستخدام ١٦ مليون جالون من وقود النفاثات الحيوي، وذلك على أنواع من الطائرات المختلفة، حيث وجد إنخفاض في الانبعاثات وصل إلى ٩٥٪ مقارنة باستخدام الكيروسين التقليدي (البترولي)، وأي من هذه الطائرات تكافئ استهلاك الوقود لعدد ٤٨ ألف سيارة على الأرض.

استخدم في إنتاج هذا الوقود المخلفات الصناعية العضوية، وليس أي مصادر نباتية أو محاصيل غذائية، وقد تم اختيار أربعة مواقع لإنشاء المصنع، وعلى أساس أن شركة (BA) سوف تشتري كامل الإنتاج، وباستخدام عدد ١٢٠٠ فرد كعمالة، وقد أجريت هذه التجارب في بداية عام ٢٠٠٨ للطيران من مطار هيثرو إلى أمستردام، حيث تم التغلب على مشكلات نقص الطاقة المنتجة (مقارنة بوقود النفاثات

البترولي)، بل بالكامل وقود نفاثات حيوي، ومن المتوقع في عام ٢٠٥٠ أن تتحقق ميزة خفض انبعاثات الكاربون بنسبة في حدود ٥٠٪ مقارنة بعام ٢٠٠٨.

هذا وقد أيد عمدة لندن هذا الاستخدام، نظرًا لما يحققه من مميزات الاستخدام لكمية كبيرة مما يتوفر يوميًّا من مخلفات متنوعة، وبدلاً من حرقها أو ما تحدثه من تلوث عالٍ، وكذلك عند دفنها، ويشارك في هذه التجارب العديد من الشركات الأخرى، والمستهلكة لكميات كبيرة من الوقود، وبما يستهدف المزيد من النجاح في خفض انبعاث الملوثات.

١٢/٣ مميزات الطحالب:

يمكن إيجاز مميزات إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب في الآتي :

١ – يمكن أن تنمو الطحالب في الأراضي غير الصالحة للزراعة وباستخدام المياه السابقة الاستخدام، وحيث إن هذه الأراضي أو المياه المستعملة غير مناسبة أو صالحة لزراعة المحاصيل الغذائية، بذلك يختلف إنتاج الوقود الحيوي باستخدام الطحالب عن الجيل الأول أو الثاني من أنواع ومصادر الوقود الحيوي.

٢ – يمكن إنتاج الوقود الحيوي من خلال العملية الطبيعية للتمثيل الضوئي، أي إن الاحتياج فقط إلى ضوء الشمس، المياه، وثاني أوكسيد الكربون.

٣ – نمو الطحالب يستهلك ثاني أوكسيد الكربون، ومما يعني التخفيف من تأثيرات غازات الصوبا الخضراء والاحتباس الحراري.

٤ – الوقود الحيوي وقود متجدد ينتج من التمثيل الضوئي للطحالب، وله ذات الأداء والتركيب الكيميائي للجزيئات، وعلى نحو يماثل خام البترول وأنواع الوقود الناتجة من تقطيره.

٥ – الطحالب تعطي إنتاجية مرتفعة من أنواع الوقود الحيوي مقارنة بالمصادر النباتية الأخرى التي يمكن استخدامها في إنتاج الوقود الحيوي؛ وطبقًا للمقارة التالية على أساس الناتج من الوقود الحيوي من مساحة واحد هكتار في العام:

* الطحالب تعطي ٢٠٠٠ جالون؛ حيث إنها سريعة النمو وتحقق إنتاجية خلال ساعات بدل من أيام.
* زيت النخيل يعطي ٦٥٠ جالون (الطحالب حوالي ثلاثة أضعاف).
* قصب السكر يعطي ٤٥٠ جالون (الطحالب حوالي ٤،٥ ضعف)
* القمح يعطي ٢٥٠ جالون (الطحالب حوالي ٨ أضعاف).

* فول الصويا يعطي ٥٠ جالون (الطحاب حوالي ٤٠ ضعفًا).
* نبات القطن يعطي ٣٥ جالون (الطحالب حوالي ٦٠ ضعفًا).
* نبات عباد الشمس يعطي ١٠٢ جالون (الطحاب حوالى ٢٠ ضعفًا).
* بذر اللفت يعطي ١٢٧ جالون (اطحالب حوالي ١٥ ضعفًا).
* نبات الجاتروفا يعطي ٢٠٢ جالون (الطحالب حوالي ١٠ أضعاف).

٦ – الطحالب تنتج الوقود الحيوي خلال فترات زمنة قصيرة، بذلك يمكن اختبار أنواعها وكفاءتها على نحو سريع، وذلك غير متاح لأنواع المحاصيل الأخرى، والتي تحتاج لفترات زمنية طويلة حتى تنمو وتصبح صالحة لإنتاج الوقود الحيوي.

٧ – يمكن من الطحالب إنتاج مختلف أنواع الوقود: بنزين السيارات الديزل، وقود النفاثات، ولتقابل في مواصفات الأداء، ما تحققه المقطرات المماثلة من أنوع الوقود الأحفوري، وبذلك فإن استخدام الطحالب سوف يحقق بكفاءة تعدد مصادر الطاقة مع تنفيذ الاشتراطات لتحقيق البيئة النظيفة، وعلى الأقل خفض انبعاث الملوثات.

٨ – الاحتياج إلى الماء أقل بكثير عما تحتاجه المحاصيل الأخرى، فمثلاً القمح يحتاج إلى ٢٥٠ ضعفًا لما تحتاجه الطحالب من ماء، مع الاحتياج إلى ماء طازج.

٩ – لا توجد أي دولة أو مجموعة دول تحتكر زراعة أو إنتاج الطحالب، كذلك لا توجد منافسة مع المحاصيل الغذائية.

١٠ – تستطيع الطحالب أن تنمو عند درجة حرارة أقل من الصفر المئوي، وعند درجات حرارة أعلى من ٦٠°م (١٥٨°ف).

١١ – يتخلف عن الطحالب بعد إنتاج الوقود الحيوي منتجات ثانوية ذات فائدة، مثال البروتين اللازم لغذاء الحيوانات أو الأسمدة الزراعية، أو الجلسرين.

الفصل الرابع

٤ – الخواص

يختلف الديزل الحيوي في اللون بين أن يكون ذهبيًّا أو بنيًّا غامقًا، اعتمادًا على الخامات المستخدمة في التصنيع.

ومن المميزات لخواص الديزل الحيوي الآتى :

* تحقيق تزييت أفضل للمعدات مقارنة بالديزل البترولي، خاصة مضخات حقن الوقود العاملة تحت الضغط العالي، وكذلك صمامات هذه المضخات.

* يخفض انبعاث ثاني أوكسيد الكبريت خاصة مع المعالجة الجيدة بالهيدروجين.

* يخفض معدل التآكل للأجزاء الدقيقة بالمحركات، ومما يحقق إطالة عمر وفترات خدمة المحركات خاصة وحدات حقن الوقود.

لكن في المقابل هناك بعض العيوب، مثال انخفاض الطاقة الحرارية المتولدة، والتي تقدر بحوالي ٣٣ مليون جول/ للتر، أي أقل بنسبة ٩٪ عما يحققه الديزل البترولي، وتختلف هذه الطاقة الحرارية باختلاف نوع ومصادر الخامات، وطريقة التصنيع.

ومن أهم خواص الديزل الحيوي كذلك، أنه لا يذوب في الماء، وله نقطة غليان مرتفعة، مع ضغط بخاري منخفض، كذلك تقدر نقطة الوميض بحدود ١٣٠ ° م، بينما للديزل بالترولي لا تزيد من ٦٠° م، أو لبنزين السيارات بحدود ٤٠ ° م.

وتقدر كثافة الديزل الحيوي بحدود ٠،٨٨ جم/ سم^{٣}، أي أخف من الماء، وفي ذلك يتماثل مع الديزل البترولي، كما أن لزوجته مماثلة له.

والديزل الحيوي يستخدم كإضافة بحدود ٥٪ بالوزن مع الديزل البترولي، خاصة ذي النسبة المنخفضة من الكبريت، ومما يحقق اكتساب كفاءة التزييت المطلوبة، والتي وجد أنها تنخفض مع انخفاض نسبة الكبريت في الديزل البترولي.

ومن تركيبات الديزل الحيوي التي تختلف حسب نوعية الخامات الآتي:

١ – مركب استير ميثيل زيت بذر اللفت (RME).

٢ – مركب استير ميثيل زيت نباتي نقي (PME).

٣ – مركب استير ميثيل الدهن (FME).

وأهم العناصر المؤثرة على تصنيع الديزل الحيوي، وبالتالي على خواصه ، الآتي:

١ - اكتمال تفاعل الأسترة.

٢ - إزالة الجلسرين بالكامل.

٣ - إزالة العامل المساعد السابق استخدامه.

٤ - إزالة الكحول الناتج.

٥ - غياب الأحماض الدهنية الحرة.

٦ - انخفاض محتوى الكبريت.

ومن اللازم التأكد من كفاءة عمليات التصنيع مع مراجعة التركيبات الكيميائية الناتجة، وذلك بإجراء التحليل بطريقة الغاز الكروماتوجرافي.

والوقود المقابل لمواصفات الجودة المطلوبة، يكون دون سمية تذكر، لا تزيد عن مقدار ٥٠ ملي لتر/ لكل كيلو جرام واحد.

١/٤ التحول إلى جيلاتين :

تختلف نقطة التغيش، أي التي يتحول عندها لون الديزل الحيوي مع انخفاض درجة الحرارة ليصبح مغبشًا (غير شفاف)، ثم يتحول إلى مركب جيلاتيني. وذلك باختلاف الاستيرات المكونة له، مع نوع الزيت الداخل في التركيب، حيث تتراوح من - ١٠^{0} م إلى ١٦^{0} م، ويوجد فقط عدد محدود من المركبات التي لها تأثير واضح على خفض نقطة التغبش وأيضًا نقطة التجمد، بافتراض أن الديزل الحيوي نقي تمامًا.

وقد أوضحت الدراسات أن ذلك يتحقق أيضًا مع الديزل البترولي، المحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت، وكذلك أيضًا مع الكيروسين البترولي.

ونسبة الخلط الدقيقة تعتمد إلى حد كبير على الظروف البيئية للاستخدام، وقد وجد أن الخلطات الناجحة في حدود النسب التالية:

* خليط ٦٥٪ ديزل بترولي منخفض الكبريت، مع ٢٠٪ كيروسين بترولي، مع ٥٪ ديزل حيوي.
* خليط ٧٠٪ ديزل بترولي منخفض الكبريت، مع ٢٠٪ كروسين بترولي، مع ١٠٪ ديزل حيوي.

وحتى يمكن الاستخدام للديزل الحيوي دون خلط ودون احتمال لتكون جيلاتين عند انخفاض درجة الحرارة، فإن بعض المستخدمين يزودون المركبات بخزان إضافي للوقود، يوضع به الديزل الحيوي، إضافة للخـزان الأصلي المحتوي على الديزل البترولي، والخزان الإضافي به سخان على هيئة سلك كهربائي، ومعزول جيدًا وبه تبريد خارجي، وعندما يبين مؤشر قياس درجة الحرارة أن الوقود الحيوي قد تم تدفئته فعلى قائد المركبة أن يقوم بالتحول من خزان الديزل البترولي إلى خزان الديزل الحيوي، وعلى نحو يماثل ما يتم إجراؤه عادة عند استخدام الزيوت النباتية كوقود.

٢/٤ التلوث بالماء:

قد يحتوي الديزل الحيوي على كمية قليلة من الماء، ولكنها تكون صانعة للمشكلات. ورغم أن الديزل الحيوي غير قابل للامتزاج بالماء، إنما له المقدرة على أن يمتص جزئيات الماء، سواء من رطوبة الجو أو من أبخرة الماء المحيطة به، حيث إن أحادي وثنائي الجلسرين، والتي تكون متبقية كنتيجة لعدم استكمال التفاعل إلى نهايته، فإن هذه الجزئيات تعمل كعوامل للاستحلاب، وبما يسمح بأن يختلط الماء جيدًا مع الديزل الحيوي، بالإضافة إلى المصادر الأخرى للماء مثال المخلفات من العمليات المختلفة أو الناتجة عن التكثفات في تانكات التخزين.

إن وجود الماء يصنع مشكلة أساسية للأسباب التالية:

* تخفض نسبة الماء من الحرارة الناتجة عن الاحتراق الداخلي، ومما يعني المزيد من الأدخنة، إضافة إلى صعوبة بدء دوران المحرك مع تولد طاقة أقل.
* تسبب المياه التآكل لنظام الوقود في المحرك، مثال مضخات الوقود، مضخات الحقن، خطوط الوقود، ... إلخ.
* يتحد الماء مع الميكروبات، مما يؤثر على كفاءة المكونات الورقية من المرشحات (تتعفن)، وبالتالي ينتج عنها تلف لمضخة الوقود؛ نظرًا لكبر حجم الجزيئات المتكونة، كما قد تتسبب في انسداد نظام الوقود.
* تتجمد المياه لتصنع بلورات من الثلج عند درجة حرارة قرب الصفر المئوي، وهي تؤثر على الوقود المتبقي وتجعله يتحول إلى جيلاتين.
* تعجل المياه من نمو الميكروبات، التي تتسبب كذلك في انسداد نظام الوقود، ومما يزيد من مشكلات استخدام الديزل الحيوي.

هذا ومن الصعب حساب كمية الماء التي لوثت الديزل الحيوي عند سحب عينات للاختبار، حيث إن الماء يكون منفصلاً عن الوقود، لذا يفضل استخدام جهاز كشف الماء في الوقود، والمعروف بمسمى (Water in Oil Sensor).

بالإضافة إل ما ذكر سابقًا، فإن الماء يتسبب في إحداث نقر (فجوات) على السيلندرات والبساتم للمحرك.

والديزل الحيوي يمكن استخدامه كوقود للتسخين في أنواع الغلايات سواء للاستخدام المدني أو التجاري، ومن السهل التحول مباشرة إلى استخدامه، حتى لو تم خلطه مع الديزل البترولي بنسبة ٢٠٪، إذ يعمل دون إحداث أي نوع من المشكلات.

٣/٤ تذبذب الأسعار:

يزيد الإنتاج الحالي سنويًّا عن ٣،٨ مليون طن من الديزل الحيوي، ويقدر أن ٨٥٪ من هذه الكميات يتم إنتاجها في الاتحاد الأوروبي.

ومن حيث الأسعار فإن إضافته إلى الديزل البترولي وبنسبة حتى ٢٠٪، يعتبر مقبول اقتصاديًّا، ولا يختلف عن سعر الديزل البترولي، أما رفع النسبة إلى أعلى من ذلك، فمن اللازم حتى يتساوى مع الديزل البترولي في الأسعار توفير دعم له.

٤/٤ القابلية للتحلل البيولوجي:

من خواص الوقود الحيوي قابليته للتحلل البيولوجي، وعليه يلزم إيضاح الآتي:

أ - قابل للتحلل بيولوجيًّا في الظروف العادية، كما أنه غير سام.

ب - يتحلل الوقود الحيوي بسرعة تتساوى مع تحل السكريات (الديكستروز).

جـ - يتحلل بسرعة تصل إلى خمس أضعاف سرعة تحلل الديزل البترولي، كما أن خلطه مع الديزل البترولي يجعل التحلل لهذا الخليط ضعف سرعة تحلل الديزل البترولي بمفرده.

د - عند الخلط مع التربة بتركيز حوالي عشرة آلاف جزء في المليون، فقد وجد أن سرعة التحلل تصل إلى ضعف سرعة تحلل الديزل البترولي والمخلوط على نحو مماثل مع التربة، كما أن خلط التربة مع الديزل الحيوي، فإن هذا الديزل الحيوي يتحلل بالكامل، وذلك لا يحدث مع الديزل البترولي، حيث لا يتحلل بالكامل.

الفصل الخامس

٥ – التأثيرات على البيئة

من تأثيرات الوقود الحيوي على البيئة، توجد عدد من الظواهر والمؤثرات ذات الصبغة الاستراتيجية، وتشمل الآتى :

١/٥ خفض انبعاث ثاني أوكسيد الكربون :

يؤثر الوقود الحيوي على انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون خلال مرحلتي إنتاجه أو احتراقه، لكن بنسب أقل مقارنة باحتراق الوقود البترولي، وتعتمد تكلفة هذه الانبعاثات للوقود الحيوي وبدرجة كبيرة على طريقة تصنيعه، وكذلك على الافتراضات التي استخدمت في هذه الحسابات والتي تشمل :

* تكلفة النمو للنباتات المستخدمة، خاصة التغير في أثمان الأراضي المستخدمة.
* تكلفة نقل النباتات إلى مصنع الإنتاج.
* تكلفة عملية التصنيع للنباتات لإنتاج الوقود الحيوي (الديزل الحيوي)، خاصة من حيث كفاءة الوقود الحيوي مقارنة بالوقود البترولي.
* كمية ثاني أوكسيد الكربون المنبعثة عن الاحتراق، حيث تزيد في حالة الوقود الحيوي، بنسبة تصل إلى ٤٠٧٪ مقارنة بالوقود البترولي.
* المميزات المتحققة من المنتجات الثانوية في حالة الوقود الحيوي، مثال: إنتاج أعلاف الماشية أو الجلسرين.

٢/٥ انبعاث الملوثات :

١- يحتوي الديزل الحيوي على كمية أقل من المركبات العطرية مقارنة بالديزل البترولي، مثال:

* مركب بنزوفلورانثين، إذ ينخفض بنسبة ٥٦٪.
* مركب بنزوبيرين إذ ينخفض بنسبة ٧١٪.

٢- انخفاض انبعاث الجزئيات الدقيقة العالقة بنسبة ٢٠٪، عند مقارنته بالديزل البترولي المحتوي على كبريت أقل من ٥٠ جزءًا في المليون، وكذلك الخفض في انبعاث المركبات العضوية المتطايرة وأكاسيد الكبريت، وغيرها من الملوثات ومسببات السرطانات عند الأفراد.

٣ – ذو رقم سيتان أعلى مقارنة بالديزل البترولي، مما يحسن الأداء وإعطاء عادم أقل للانبعاثات، ويحقق نظافة أعلى، ولكن طاقة أقل.

٤ – لا تأثير يذكر عن مضار استنشاقه، لكن يسبب مخاطر عند ملامسة الجلد أو عند ابتلاعه، كما أن ملامسته للعين تتسبب في التهابها، وقد أكدت النتائج التي أجريت على الفئران والأرانب عدم حدوث أي وفيات، وبتركيزات وصلت إلى حدود ٥٠٠٠ ملي جرام للكيلو جرام من هذه الحيوانات، هذا والديزل البترولي يعطي النتيجة ذاتها تقريبًا. إلا أنه وجد عند تركيز ٢٠٠٠ ملي جرام للكيلو جرام مع الأرانب، فإنه يتسبب في تساقط الشعر وتغير لون البول (يصبح مثل الماء بلا لون).

٥ – انبعاثات أكاسيد النيتروجين والتي تتسبب عند تفاعلها مع المركبات الهيدروكاربونية في تكوين وانبعاث الأدخنة السوداء (Smog)، لكن بسبب أن الانبعاثات من الهيدروكاربونات من الوقود الحيوي أقل فإن ذلك يقلل أيضًا من تكوين وانبعاث الأدخنة السوداء، وبنسبة تصل إلى حوالي ٥٠٪.

وبالنسبة إلى كحول الإيثانول، فإنه يقلل من انبعاث أول أوكسيد الكربون، وكذلك المركبات السامة، لعدم احتوائه على أي من المركبات العطرية (بنزول، توليول، زيلول)، والتي يعزى إليها جميعًا إحداث الإصابة بأنواع السرطانات لدى الأفراد، خاصة للرئتين والجهاز التنفسي.

وتذكر وكالة حماية البيئة (EPA) في أمريكا، أن إضافة الإيثانول إلى بنزين السيارات بنسبة في حدود ١٠٪ بالحجم، فإن ذلك يخفض انبعاثات مركب البنزول بنسبة ٢٥٪.

واحتراق كحول الإيثانول يزيد، لكن على نحو محدود، انبعاث مركب الأساتيلدهيد (R-CHO)، وأيضًا بالنسبة لأية مركبات تتكون منه.

١/٢/٥ انبعاث أكاسيد النيتروجين :

إذا تم حرق الديزل الحيوي بمفرده (ديزل B100)، فإن ذلك يحقق زيادة بنسبة ١٠٪ في انبعاث أكاسيد النيتروجين مقارنة بالديزل البترولي، ونظرًا إلى أن الديزل الحيوي يحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت، فإن استخدام العامل المساعد المحول على وحدات خروج العادم (الشكمانات)، يحقق خفضًا ملحوظًا في انبعاث أكاسيد النيتروجين، وعلى نحو يقل بكثير عن الانبعاثات الناتجة من محركات الديزل باستخدام الديزل البترولي، وكوقود للنقل فإن الإضافات ذات تأثير ملحوظ على الديزل الحيوي، من حيث تعظيم الاستفادة من الطاقة المتولدة، مع المقاومة للتجمد، وانبعاثات أكاسيد النيتروجين، والمركبات الدقيقة العالقة، غازات الصوبا الخضراء، وبالتالي الإمكانية لتكوين الدخان المعتم أو ما يعرف بمسمى السحب السوداء.

وحاليًا تتوافر إضافات تم تصنيعها باستخدام أوكسيد السريم (Cerium Oxide) وتحقق نتائج جيدة لخفض انبعاث أكاسيد النيتروجين، عند احتراق كل من الديزل البترولي أو الحيوي، كما حقق أوكسيد السريم التوفير في استهلاك وقود الديزل بنسبة تصل إلى ١١٪ عند اختباره في المحركات التقليدية للديزل.

٢/٢/٥ انبعاث غازات الصوبا الخضراء (غازات الدفينة): تشمل غازات الصوبا الخضراء: الغازات الرئيسية المنبعثة عن الأنشطة البشرية، حيث تشمل الآتى :

* ثاني أوكسيد الكربون: المنبعث من احتراق أنواع الوقود، وتنفس الأفراد والنباتات والحيوانات، والعمليات الصناعية المتنوعة.
* غاز الميثان : المنبعث من عمليات التخمر للقمامة والمخلفات بأنواعها، والصرف الصحي، وفي عمليات تربية الماشية وبعض الزراعات (الأرز).
* أكسيد النيتروز: المنبعث عن حرق الوقود المحتوي على النيتروجين، ومن بعض العمليات الصناعية أو الأسمدة الزراعية .
* الأوزون الأرضي.
* غازات الفريون المستخدم في المكيفات والثلاجات، وعبوات الأيروسولات. وفي بعض العمليات الصناعية والتركيبات الكهربائية.
* بخار الماء.

حيث يؤدى وجود غازات الصوباء الخضراء في تركيزاتها إلى :

- تغيرات مناخية، بعضها لا رجعة فيه.
- الاحترار العالمي مع التغير في النظم الأيكولوجية.
- الذوبان في المناطق الجليدية وبمعدلات سريعة، تصل حاليًا إلى ١٠٠ كيلو متر مكعب سنويًا.

٣/٥ الإقلال من مقدار الاحترار العالمي: يعزي الاحترار العالمي إلى الزيادة في انبعاث ثاني أوكسيد الكربون، والناتج عن احتراق الأنواع المختلفة من الوقود، وبالنسبة إلى الوقود الحيوي المصنع من أنواع النباتات، فإن ثاني أوكسيد الكربون يكون مفيدًا للزراعة ولازمًا لغذاء ونمو النباتات، ولكن هناك توازنًا في كمية ثاني أوكسيد الكربون التي تستنفذها النباتات مع الكمية التي تنبعث من احتراق الوقود الحيوي، أي هناك مساواة في هذه الكميات، وعلى العكس فإن احتراق الوقود البترولي، ينبعث عنه ثاني أوكسيد الكربون، وذلك منذ

عشرات السنين، مما أدى إلى الزيادة في كمياته، وبالتالي الزيادة في مقدار الاحترار العالمي، وبذلك فإن الوقود الحيوي يقلل من مقدار الاحترار العالمي.

إضافة إلى ذلك فإن أرقام (EPA) تذكر أن كمية ثاني أوكسيد الكربون المنبعثة عن احتراق الديزل الحيوي أقل بنسبة ٧٨٪ عما ينبعث من كحول الإيثانول، وبنسبة ٣٥٪ عما ينبعث من الديزل البترولي.

ومن الهام أيضًا أن الانبعاثات من الوقود الحيوي تختلف، طبقا لطريقة الإنتاج ومصادر الخامات، ومما يجعل المميزات البيئية المتحققة من استخدامه تختلف فيما بينها.

٤/٥ التأثيرات على أنواع التربة :

إن التغيرات في استخدام الأراضي وتعظيم الإنتاج الزراعي يؤثر كلاهما على مقدار جودة التربة، وذلك اعتمادًا على الطريقة المستخدمة في زراعة الأراضي. إن تعدد تكنولوجيات الزراعية يمكن أن يقلل من التأثيرات الجارية، أو يحسن من جودة التربة التي تحقق الزيادة في إنتاج المحاصيل اللازمة للوقود الحيوي، بما في ذلك عملية الحراثة الجيدة والموفرة، مع تنوع المحاصيل المناسبة.

إن إزالة بقايا النباتات التي تؤثر على نحو ما في تغذية التربة، كذلك إيجاد غطاء دائم للتربة، فإن ذلك لا يمنع التآكل ونقصان جودة التربة، ويقدر أن حوالي ٢٥-٣٣٪ من بقايا المحاصيل الموجودة بالتربة، سواء من الحشائش أو الذرة، فإن ذلك يجعل عملية الحصاد لا تأثير يذكر لها على جودة التربة، خاصة إذا ما كانت هذه التربة غنية بالمواد العضوية.

كذلك فإن استخدام النباتات المعمرة والتي لا يتم حصادها قبل عدة سنوات، مثال النخيل، وقصب السكر، أو الطحالب، أو الحشائش وغيرها، فإن كل ذلك يساعد على جودة التربة ويزيد من غطائها ونسبة الكاربون العضوي بها. مقارنة بالمحاصيل السنوية مثال الشعير، والذرة أو غيرها، وفي حالة قصب السكر فإن جودة التربة تتحقق باستخدام المواد المغذية والمتبقية من مصانع السكر، أو متخلفات عمليات التقطير، وهناك محاصيل مثال الجوز، الصفاف، الاكلوز، والحشائش، تستطيع أن تنمو في الأراضي ذات الجودة المنخفضة، وكذلك فإن نسبة الكربون بالتربة ودرجة جودتها تتحسن بمرور الوقت.

٥/٥ التأثير على التنوع البيولوجي (الاختلافات الحيوية):

ثبت أن استخدام الأراضي لإنتاج الوقود الحيوي يؤثر على التنوع البيولوجي للزراعة، وسواء على نحو إيجابي أو سلبي، ومما يعني المحافظة على جودة التربة أو الاهدار لها، وذلك بالتحول من أراضٍ منتجة للطاقة أو إلى أراضٍ زراعية يجري تجفيفها، أو عند تحويل أراضي الغابات أو الحشائش لإنتاج المحاصيل، فإن ذلك أيضًا له تأثير على تنوع الحياة البرية المرتبطة بها، ومما يعني فقدان ما سبق أن تعودت عليه هذه الأراضي في الفترات السابقة، وكذلك يغير من الحافز الاقتصادي عند تحويل الأراضي الطبيعية إلى أراضٍ للزراعة والمحاصيل المختلفة، وبالتأكيد يؤثر على فقدان الحياة البرية.

لذلك، فإن العديد من محاصيل الوقود الحيوي قد تم زراعتها واستخدامها اعتمادًا على الأراضي في المناطق الاستوائية والحارة، ومن المتعارف عليه أن استخدام الأراضي المزروعة له تأثير إيجابي وداعم على تعدد التنوع البيولوجي، ومما يتيح استخدامها للمحاصيل التي تزيد بدورها من غطاء التربة، وتقلل من عمليات الحراثة أو الاحتياج إلى المبيدات أو الأسمدة.

إن التنوع الجيني للمزروعات يمكن أن يعوض عندما تكون الزراعة على مساحات كبيرة من الأراضي، لذلك يلزم الأخذ في الحسبان أن أغلب زراعات الوقود الحيوي تكون في وحدات مستقلة ومنفصلة، ومما يعني استخدام محدود من العناصر الجينية، مع تغيرات محدودة وتقل على نحو مستمر.

إن هذا الخفض للتنوع البيولوجي يمكن أن يزيد من استمرارية زراعة المحاصيل، وكذلك للحد من تأثيرات أمراض النباتات والحشرات المختلفة.

٦/٥ التأثيرات البينية أثناء عملية التصنيع:

وحدات إنتاج الوقود الحيوي أكثر نظافة وإحكامًا على انبعاث الغازات المحدثة للتلوث، مقارنة مع وحدات تكرير الخامات البترولية، وبالتالي فإنها أقل في إحداث التلوث، سواء للهواء أو الماء، ومما يجعلها تقابل المواصفات البيئية المتشددة.

هذا واستخدام القمح في إنتاج الزيوت النباتية، مع اللازم استخدامه من أسمدة أو مبيدات، فإن لذلك تأثيرًا مهمًّا على البيئة، وكذلك على المياه اللازمة للري، ومما يعني أن من الاقتصادي سرعة الانتقال إلى الإنتاج، خاصة لكحول الإيثانول الحيوي باستخدام أنواع الزراعات السيلولوزية أو الطحالب، وعلى أن يتماشى ذلك مع زيادة الطلب والاستخدام للإيثانول.

وإنتاج الديزل الحيوي من النباتات الخضراء يحقق ميزة التوفير في استخدامات الماء أو المبيدات أو الأسمدة، خاصة عند المقارنة بالإنتاج باستخدام القمح أو الشعير.

أي بها يدمر مصادر الغذاء، وكذلك عند المقارنة بين النباتات الخضراء والطحالب ومحاصيل إنتاج الزيوت النباتية.

هذا وزراعة بعض أنواع النباتات: مثل الكانولا، تفيد في إعداد التربة، وتخفض من كميات المياه والمبيدات اللازمة، كما أن زراعة الشعير في أعقابها تزيد من كميات الإنتاج. كذلك من اللازم عند قطع الغابات أو استصلاح الأراضي، أن يتم التحول إلى زراعة النخيل، للحصول على زيت النخيل من أغصانها وثمارها، وعلى أن يستخدم ذلك بالأساس كغذاء، وليس لإنتاج الديزل الحيوي، ومن الجيد الاتجاه إلى استخدام الأنواع الأخرى من الزيوت النباتية ذات الفائدة الأقل كمصدر غذائي.

٧/٥ الاعتبارات البيئية للاستخدامات في عمليات النقل:

تشمل الاعتبارات البيئية لعمليات النقل:

* التلوث داخل المدن.
* انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون إلى الجو.

وحيث إن الوقود الحيوي أكثر نظافة عند احتراقه مقارنة بالوقود الأحفوري، وقد تأكدت تلك المعلومة من قياسات الانبعاثات في مدينة سان بولو بالبرازيل، حيث أصبحت أقل مع استخدام كحول الإيثانول الحيوي، هذا ويحقق استخدام أنواع الوقود الحيوي في عمليات النقل الخفض الملحوظ، في انبعاثات غازات الصوبا الخضراء، كما أكد على ذلك الوكالة الدولية للطاقة، حيث صرحت بأن استخدام الوقود الحيوي هو واحد من الوسائل القليلة، التي يمكن أن تحقق لوقود النقل الانبعاثات الخضراء، وقد ثبت ذلك بالفعل عند اختباره.

من ذلك يتأكد ما تحققه أنواع الوقود الحيوي من الكفاءة في الإقلال من انبعاثات الكاربون، وبالتالي من الاحترار العالمي، مع الإقلال من تلوث البيئة، وكفاءة استخدام المصادر الزراعية، ورغم ذلك التذبذب الجاري حول الوقود الحيوي كنتيجة للطرق المختلفة للتقييم أو للعينات التي يتم استخدامها للمراجعة.

٨/٥ إمكانية الإقلال من المؤثرات البيئية:

يرتبط ذلك أساسًا بنوعية الخامات المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي، وأساليب إدارة التربة، وكميات المياه اللازمة، وعلى طريقة التصنيع المستخدمة، سواء كان الاعتماد على المنتجات الزراعية أو المخلفات العضوية أو الأخشاب أو إزالة أو تهذيب النباتات (لو كانت متوافرة)، ومن المهم التوصل إلى خطوط إرشادية عامة.

يضاف إلى ذلك بالتأكيد كيفية التوفير في استهلاكات الطاقة، ولذا من اللازم أن تكون واضحة لدى العامة والخاصة، وأن يتم تطبيقها بكفاءة بقدر الإمكان.

الفصل السادس

٦ - التأثيرات على التنمية

يوجد خلاف حول مميزات وعيوب وتأثيرات الديزل الحيوي، فبينما تذكر شركة فولكس فاجن قسم البيئة، أن الديزل الحيوي يقلل من حدوث التآكل في أجزاء المحرك، وكذلك يذكر العديد من المستخدمين عدم وجود أي فشل أو معوقات في الاستخدام، في المقابل تذكر شركة دايلمر كريسلر عدم الموافقة والقبول للاستخدام إلا بنسبة تقل عن ٥٪، وألا يتم التصريح بالزيادة حتى نسبة ٢٠٪، إلا بعد الوفاء بكافة المواصفات والاشتراطات المطلوبة.

وقد تم في عام ٢٠٠٧ تجربة استخدام الديزل الحيوي كوقود للقطارات وذلك بالخلط مع الديزل البترولي بنسبة ٢٠٪، حيث حقق أداءً جيدًا، وأدى إلى خفض الانبعاثات المباشرة الناتجة بنسبة ١٤٪.

كذلك تم التجربة كوقود للطائرات بمعرفة شركات بوينج ورولز رويس، حيث تم القيام برحلة اختبارية في ٢٤ فبراير ٢٠٠٨، بالطيران من مطار هيثرو في لندن إلى مدينة امستردام في هولندا، ولم تحدث خلال الرحلة أي مخاطر أو معوقات، بل حققت ميزة عدم التلوث، أو ما أطلق عليه الطيران النظيف، وحيث أطلق على ذلك الوقود مسمى البيوجت (Bio-Jet).

وقد ارتبط هذا بزراعة وتصنيع الوقود الحيوي السعي إلى التنمية الاقتصادية، وكذلك التنمية لمصادر الطاقة، مع حل مشكلات البطالة وإيجاد فرص للعمل، وجعل الأمور الاقتصادية تتحرك إلى الأمام.

والأهداف وراء هذه المجهودات تشمل الآتي:

* التأمين الجيد لتنوع وتأمين مصادر الطاقة.
* تحقيق البيئة النظيفة والصديقة، مع خفض المحتوى الكاربوني للبيئة.
* العمل على التنمية الاقتصادية مع تنوع مصادرها وحل مشكلات البطالة.

١/٦ تأمين الطاقة كحافز لاستخدام الوقود الحيوي:

السعي المستمر إلى الإقلال من استخدام الوقود الأحفوري، وبهدف تحقيق التوصل إلى صفر الواردات من الخام البترولي، مع السعي إلى خفض الملوثات البيئية، دون أي معوقات، وكذلك تحقيق الإشباع للاستخدامات المختلفة للطاقة، مع إحلال الوقود الأحفوري المستنزف بالوقود الحيوي المتجدد، وكذلك تحقيق هدف الاكتفاء

الذاتي وإلى أن كافة الأفراد متاح لهم الحصول على كافة أنواع الطاقة اللازمة لهم وبالأسعار المناسبة، سواء في الحاضر أو في المستقبل، ودون أي مخاطر أو إخلال بالخدمة المقدمة. وكذلك المقدرة على مواجهة أي تقصيرات متعمدة أو غير متعمدة، وفي ظل المنافسة المقبولة للأسواق، دون احتكارات ذات فاعلية أو شدة.

وتأمين مصادر الطاقة من أهم الأسباب وراء اندفاع أمريكا ودول أوروبا نحو إنتاج أنواع الوقود الحيوي، وذلك لتقليل الاعتماد على الخام البترولي، خاصة وأنه في الغالب مستورد من مصادر خارجية، وحيث يتم إنتاج الوقود الحيوي اعتمادًا على النباتات الموجودة في دول هذه المناطق، خاصة وأنها من مصادر الطاقة المتجددة، كما يحقق ميزة الخفض في انبعاثات غازات الصوبا الخضراء، والتي تشمل بخار الماء، ثاني أوكسيد الكربون، غاز الميثان، أكاسيد النيتروز، الأوزون، والكلورفلوروكاربون.

٢/٦ التوفير في مصادر الطاقة

لم تحقق الوحدات الأولى لإنتاج كحول الايثانول الحيوي التوفير في إستهلاك الطاقة المستخدمة في الزراعة والإنتاج، بل على العكس أدت إلى زيادة الاستهلاك اعتمادًا على الكيفية التي كان ينتج بها الإيثانول، لكن ذلك تطور على نحو أفضل، وحاليًا فإن إنتاج الإيثانول يوفر من استهلاك الطاقة، إذا قورن بالطاقة، التي استنفذت في إنتاجه، وقد تعاون في تحقيق هذا المزارعون مع مصانع إنتاج الإيثانول، وذلك بالزيادة في الكفاءة الإنتاجية، حيث تحققت أغلب هذه النتائج خلال السنوات القليلة الماضية، كما أوضحت تلك الدراسات أن استخدام الإيثانول كوقود للمحركات يحقق طاقة تزيد بنسبة في حدود من ثلث إلى ثلثي الطاقة التي استنفذت في الزراعة والتصنيع، مقارنة بأداء الوحدات الأولى، وقد دخل في هذه الحسابات جميع أنواع الطاقة التى يتم استخدامها، عدا الطاقة الشمسية، وكانت هذه الدراسات باستخدام نبات القمح، وبالتصنيع بالوحدات الحديثة لإنتاج الوقود الحيوي، والتي تتميز بأنها موفرة للطاقة ووفيرة الإنتاج، وأخذًا في الحسبان ما يتخلف عن التصنيع من بروتينات يستفاد بها كغذاء للماشية، كذلك فإن استخدام نباتات السيلولوز يعطي المزيد من التوفير عند المقارنة بنبات القمح، وبما يحقق أن الناتج النهائي يحقق زيادة في الطاقة النهائية تصل إلى حدود ٢٢٠٪ عما سبق استنزافه.

٣/٦ الزيادة في إنتاج وإستهلاك الوقود الحيوي:

ترجع أسباب هذه الزيادة في الإنتاج والاستهلاك إلى المؤثرات التالية :

١ – الارتفاع في أسعار الخامات البترولية، والتي تحدث على نحو مستمر، ودون أي احتمالات للعودة إلى الأسعار السابقة، خاصة مع تذبذب هذه الأسعار.

٢ – التأثيرات الملوثة للبيئة عند استخدام وحرق الوقود البترولي، سواء كانت هذه التأثيرات على المستوى المحلي أو الإقليمي أو العالمي، وخاصة عند السعي إلى تحقيق البيئة النظيفة.

٣ – عدم توافر الخامات البترولية في بعض مناطق العالم، ومما يدفع إلى استيرادها من أماكن أو دول أخرى قد تكون بعيدة، ومع احتمالات صعوبة أو توقف الاستيراد أحيانًا.

٤ – العمل على الاستفادة بالمتوافر أو المتاح من الإمكانات والأراضي الزراعية، مع السعي إلى إيجاد منافذ جديدة تزيد من نسب الأرباح في المجالات الزراعية، مع إيجاد فرص جديدة للعمل في المناطق الزراعية

٥ – السعي إلى تأمين مصادر وبدائل الطاقة، على نحو متجدد ومستمر.

وقد حدثت هذه الزيادة الكبيرة في إنتاج أنواع الوقود الحيوي خلال الأعوام من ٢٠٠٠ إلى ٢٠٠٥م، حيث نجد أن كحول الإيثانول الحيوي قد تضاعف إنتاجه مرتين، وفي الفترة ذاتها فإن إنتاج الديزل الحيوي قد تضاعف لأربع مرات.

وحاليًا يقدر أن استهلاك الإيثانول يصل إلى ١،٢٪ من استهلاك بنزين السيارات، وذلك إذا كان الحساب على أساس الكميات أي بالحكم، ولكن على أساس الطاقة المتولدة، أو المسافات المقطوعة، فإنها تنخفض إلى ٠،٨٪، ذلك أن الإيثانول كمصدر للطاقة أقل من بنزين السيارات.

وكما سبق الذكر فإن كحول الإيثانول ينتج من مصادر متعددة أهمها قصب السكر (البرازيل)، والعسل الأسود وغيره من السكريات أو من القمح (على النحو الحادث في أمريكا)، ويقدر أن البرازيل وأمريكا تنتج حوالي ٩٠٪ من الإنتاج العالمي للإيثانول، أما الديزل الحيوي فأغلبه ينتج من بذور اللفت وعباد الشمس وحيث يقدر أن الدول الأوروبية تنتج حوالى ٨٥٪ من الإنتاج العالمي (عام ٢٠٠٥)، وينتج في ألمانيا كمية تصل إلى أن ١،٩ بليون لتر، وتشكل نسبة ٥٠٪ من الإنتاج العالمي.

وحديثًا دخل مجال إنتاج الديزل الحيوي العديد من الدول النامية (من أهمها تايلند وماليزيا)، حيث يتم الإنتاج اعتمادًا على الزيوت من النخيل أو فول الصويا أو حبوب الخروع أو نبات اللفت أو نبات الجاتروفا وغيرها من المصادر.

٤/٦ إحلال الوقود الحيوي بديلاً عن خام البترول:

خلال القرن العشرين تم استهلاك كميات كبيرة من خام البترول وعلى أنه سوف يدوم إلى ما لا نهاية، وحاليًا هناك خلاف كبير بين الكميات المتبقية من خام البترول، ومقدار الفترة التي ستنقضي قبل أن ينفذ، وهناك مؤشرات أن ذلك سيحدث بحدود عام ٢٠١٥م، لكن يوجد اتفاق بين الخبراء أن كميات الخام ستتناقص بصفة مستمرة، وبالتالي يتوقع أن ترتفع أسعارها على نحو مستمر أيضًا.

ولازالت الصورة حاليًا غير واضحة، بينما التنمية جارية لإنتاج الوقود الحيوي، سواء خلال الزراعة لتوفير المحاصيل المطلوبة، أو أثناء عمليات التصنيع لإنتاج أي من الديزل الحيوي أو الكحول الإيثيلي، وذلك مرتبط أيضًا بالتكنولوجيات المستخدمة في عمليات التصنيع، وكيفية تحويل السيلولوز إلى وقود حيوي.

لذلك من المهم، إحلال الوقود الحيوي من المصادر المتجددة، مكان الخام البترولي المتوقع نفاذه في المستقبل، كما يلزم العمل على الإقلال من الاعتماد عليه، خاصة مع محدوديته والانبعاثات الملوثة للبيئة الصادرة عنه.

يرتبط بذلك أن تتجه صناعة السيارات إلى أن تكون المحركات أكثر كفاءة وأقل استهلاكًا لأنواع الوقود، وأن تأخذ في الحسبان استخدام نسب عالية من الوقود الحيوي، وأن يتم التعديل مع أساليب حياتنا، بحيث يقل اعتمادنا على السيارات، إن كان ذلك في الإمكان.

٥/٦ تحديد الأولوية بين الطعام والوقود الحيوي:

غني عن الذكر أن إنتاج الغذاء وطلبه يتأثر بالحادث في مجالات الزراعة وسياسة التصدير واستراتيجيات توفير الغذاء، وذلك لاعلاقة له بتنمية المحاصيل لتصنيع الوقود الحيوي، بذلك تكون هناك حدود على إنتاج الوقود الحيوي من المحاصيل، لذا يلزم على المدى الطويل إيجاد مصادر بديلة لإنتاج الوقود الحيوي، مثال الزيوت السابقة الاستخدام، أو النباتات والألياف السيلولوزية أو الحشائش أو الطحالب.

ومع ارتفاع أثمان الزيوت النباتية عالية الجودة، فقد ارتفعت أثمانها، وبحيث أصبح من غير المجدي اقتصاديًا استخدامها في إنتاج الوقود الحيوي، وقد أدى ذلك إلى ارتفاع ملحوظ في أثمان المواد الغذائية، مما جعل ذلك الارتفاع يشكل مشكلة مستديمة للسكان، خاصة في الدول الفقيرة، لذلك كان الاتجاه إلى استخدام مصادر الخضروات، خاصة غير الغذائية لإنتاج الوقود الحيوي (خاصة الديزل الحيوي)، وقد كان ذلك هو الاتجاه الدائم طوال تاريخ الوقود الحيوي، خاصة مثال زيت نبات الجاتروفا.

وفي بعض الدول الفقيرة، فإن ارتفاع أسعار الزيوت النباتية يصنع مشكلة مع إنتاج الديزل الحيوي، وهناك من يذكر أن ذلك الاستخدام للزيوت النباتية يصنع المنافسة بين إنتاج الوقود أو الاستخدام في تصنيع الغذاء، أي بين أسعار الغذاء في الدول الفقيرة وأسعار الوقود في الدول الغنية؛ لذلك ينحو الاتجاه إلى أن يكون إنتاج الوقود الحيوي باستخدام المحاصيل من غير حبوب الزيوت النباتية مثال زيت الجاتروفا، لكن آخرين يعتبرون المشكلة أكثر جذريًّا، حيث يقوم الفلاحون بإنتاج هذه المحاصيل غير الغذائية للاستخدام في إنتاج الوقود الحيوي، وبالتالي يتوقفون عن استخدام الأرض في إنتاج المحاصيل الزيتية واللازمة لإنتاج أنواع الغذاء ومما يعنى أن إنتاج الغذاء سيقل، وطبقًا لنظام العرض والطلب فإن ذلك يعني الارتفاع في أسعار الغذاء، ومما يعني أن البلدان الفقيرة وسكانها من الفلاحين الفقراء سوف يحصلون على المزيد من النقود لارتفاع أسعار هذه الزيوت النباتية.

الفصل السابع

٧ – قواعد الإدارة الناجحة لإنتاج الوقود الحيوي

١/٧ قواعد الزراعة : تشمل هذه القواعد مصادر الخامات الزراعية لإنتاج الوقود الحيوي، كذلك التكنولوجيات المستخدمة في وحدات التصنيع؛ وصولاً إلى أن يتم الإنتاج بصفة مستمرة، خاصة مع أهمية استخدام النباتات في حالة طازجة وجيدة.

١/١/٧ جودة التربة وكفاءة إعدادها : لتحقيق جودة التربة يلزم إجراء الآتى :

أ - الحرث الجيد لإعداد التربة، مع استخدام المحاصيل التي تساعد على ذلك، وبالتالى تقلل من تآكل التربة أو فنائها.

ب – زراعة أنواع الأشجار المحققة لحماية المزروعات وبما يحقق الإقلال من تآكل التربة ويحافظ عليها.

جـ – إعدد تربة ذات خواص جيدة باستخدام المحاصيل المحققة لذلك، ومما يقلل من الاحتياج إلى استخدام أنواع الأسمدة الكيميائية.

د – الإدارة الجيدة للزراعات من أنواع الحشائش، وكذلك مقاومة الحشرات، بما يقلل من الاحتياج إلى المبيدات من الأنواع اللازمة لذلك.

هـ – الإدارة الجيدة للمركبات والأسمدة، وعلى أساس أن لا تزيد عن الاحتياجات الفعلية للنباتات، وهذا يقلل من فقدان عنصر النيتروجين ويحافظ على صحة التربة.

و – في حالة إذا كانت مخلفات المحاصيل صلبة، فيمكن تركها في الحقل من أجل المحافظة على جودة التربة، ومنع تآكلها، لكن دون أن يؤدى ذلك إلى الزيادة في استخدام الأسمدة.

٢/١/٧ قواعد استخدام الأرض للمحافظة على المحاصيل الغذائية :

أ - عدم الإحلال مكان المحاصيل الغذائية الحرجة، وأن يتم الإبدال بين هذه المحاصيل الغذائية مع محاصيل الوقود الحيوي على نحو دوري.

ب – عدم إزالة محاصيل الخضروات لزراعة محاصيل الوقود الحيوي، بل التركيز على الأراضي الجديدة، أو الأراضي غير الزراعية وغير المستعملة، مع التنوع في الإنتاج على مختلف هذه الأراضي لزراعة محاصيل الوقود الحيوي، وكذلك مراعاة عدم تحويل الغابات أو المراعي الزراعية لتكون للوقود الحيوي.

جـ - العمل على حماية ونقاء الأراضي الرطبة والزراعات الخشبية، وغيرها من المساحات الطبيعية الخضراء.

د - عدم استخدام الكائنات الدقيقة المعدلة وراثيًّا، وإذا ما استخدمت فيجب أن يكون ذلك واضحًا ومعلومًا، بحيث يتاح، سواء للمنتجين، أو المستهلكين، اتخاذ ما يرونه مناسبًا من قرارات.

٢/٧ التأكد من الاستمرارية في إنتاج الوقود الحيوي:

يمكن التأكد من الاستمرارية في إنتاج الوقود الحيوي باتباع الآتى :

أ - تطبيق القواعد الصحيحة للتعامل مع التربية ودرجة خصوبتها.

ب - الحماية الجيدة لمصادر المياه وحسن استفادة المحاصيل بها.

جـ - كفاءة إدارة الطاقة مع الترشيد في استخدامها.

د - حسن إدارة الأسمدة والمبيدات والكيماويات الزراعية.

هـ - مراعاة التنوع البيولوجي.

و - حسن إدارة عمليات الزراعة والحصاد.

ز - كفاءة عمليات التصنيع مع الترشيد في توزيع الوقود الحيوي الناتج.

وعلى سبيل المثال فإن القواعد الزراعية الجيدة مع الصيانة الشاملة والفعالة، وكذلك القواعد السليمة، خاصة لزراعة الغابات، فإن ذلك يؤدى إلى الإقلال من التأثيرات البيئية والمناخية، التي تؤثر على زراعة وإنتاج الوقود الحيوي.

إن الظروف البيئية المتعلقة بإنتاج الوقود الحيوي تماثل إلى حد كبير الجاري في العمليات الزراعية، وكذلك بالنسبة إلى التقنيات المطبقة لمراجعة وتقييم تأثيرات الظروف البيئية، واللازمة لتحقيق الاستمرارية للوقود الحيوي، وكذلك بالنسبة لتحليل نظم الوقود الحيوي وما يصاحبها من طرق جديدة أو مكملة، أو أن أمكن تطويرها، لمعالجة وتقييم أنواع الطاقة الحيوية، مع العمل على تأمين مصادر الطعام.

كذلك دعم أساليب الشراكة مع الدول المتقدمة، في صور اجتماعات وندوات، ومناقشات حول موائد مستديرة.

كذلك من المهم اتخاذ اللازم نحو التدريب الجيد، ودعم سبل التطبيق الفعال، مع توفير ما يلزم من مدفوعات نقدية لتغطية الخدمات البيئية، بحيث تمثل وسيلة

للتشجيع في استخدام طرق الإنتاج المستمر، مع الالتزام بالمواصفات القياسية. وفي أي الأحوال من المهم أن تكون السياسات الوطنية ملتزمة، بأن تغطي الاحتياجات والتقنيات والنتائج اللازم استخدامهالتطوير أنواع الوقود الحيوي.

ولتقييم التأثير النهائي الناتج عما يسببه انبعاثات غازات الصوبا الخضراء، وذلك عندما يتم إحلال الوقود الحيوي بديلاً عن الوقود الأحفوري، لذا من اللازم أن تتم مراجعة وتقييم هذه الانبعاثات خلال كامل دورة حياة عملية الإنتاج، إذ نجد أنها تختلف على نحو كبير مع أنواع المحاصيل المستخدمة في الإنتاج، ومواقع الزراعة ونوعية التكنولوجيات المستخدمة في وحدات الإنتاج، كذلك نوعية الطريقة المستخدمة في نقل وتداول الوقود الحيوي، وأخيرًا نوعية الوقود الأحفوري المستخدم في إنتاج الوقود الحيوي، ومن المتفق عليه وجود اختلافات بين هذه الطرق على نحو كبير، فالوقود الحيوي من بعض المصادر وطرق التصنيع، ينتج عنه انبعاث كميات أكثر من غازات الصوبا الخضراء، مقارنة بما ينبعث من هذه الغازات عند احتراق الوقود الأحفوري، والذي يستخدم في عمليات التصنيع والنقل، أو في مراحل عمليات الزراعة، واللازم لها من أسمدة أو مبيدات، ثم خلال عمليات مراحل النمو وأخيرًا الحصاد.

ومن العوامل الإيجابية في صف الوقود الحيوي، استخدام المنتجات الثانوية الناتجة أثناء تصنيعه في إنتاج بعض البروتينات، والتي يستفاد بها كغذاء للماشية، وبالتالي يتحقق فائض في العائدات التي يحققها الوقود الحيوي، كما أن لذلك فائدة فيما يحققه من توفير في الطاقة، وبالتالي فيما يقلله من غازات الصوبا الخضراء، وهذه جميعًا مؤثرات إيجابية.

٢/٧ احتياجات الوقود الحيوي من تغيرات في الأراضي الزراعية :

من ملاحظة أن التغيرات في استخدامات الأراضي الزراعية لها تأثير كبير على الانبعاثات، لذلك من المهم معرفة أن الزيادة في إنتاج الوقود الحيوي، ستقابل اللازم من تحسين في إنتاجية الأرض، أو فيما يتحقق من زيادة في المساحات المزروعة بالمحاصيل المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي، كل ذلك يستدعي أن يتم التقييم المتأني، حول مختلف أبعاد عمليات الزراعة وطرق التصنيع.

ومن مراجعة مساحات الأراضي المزروعة في العالم فإننا نجدها بحدود ١٣٫٥ بليون فدان، منها ٦٫٣ بليون فدان غابات أو أراضي مغطاة بالحشائش، بينما تقتصر الأراضي المخصصة لزراعة المحاصيل المختلفة على مساحة ١٫٦ بليون فدان، ويضاف إلى تلك المساحات الأراضي اللازمة للغذاء أو أنواع المحميات (أراضي غير مخصصة

للزراعة)، من كل ذلك نجد أن المساحة التي يمكن استخدامها لزراعة النباتات اللازمة لإنتاج الوقود الحيوي في حدود ٢٥٠-٨٠٠ مليون فدان.

وعلى سبيل المقارنة فإن مساحة الأراضي التي خصصت للوقود الحيوي في عام ٢٠٠٤م، لم تتجاوز ١٪ من أراضي المحاصيل الزراعية، ومع توقع أن هذه المساحة سوف تتضاعف من ٣ إلى ٤ مرات وصولاً إلى عام ٢٠٣٠م، وأن أغلب هذه الزيادة ستكون في كل من روسيا (التي سبق أن توقف إنتاجها)، وأستراليا، وكندا، وأمريكا، وبعض دول أوروبا، وأيضًا في أفريقيا وأمريكا اللاتينية، لكن للأسف كان التركيز في هذه الأراضي على محاصيل ومناطق محددة، لذلك لازال الإنتاج الفعلي في كثير من مناطق العالم أقل عما هو متوقع، كذلك لم يتم بعد الاستفادة بالزراعات الحديثة للمحاصيل ذات الإنتاجية المرتفعة، أو العمليات التي تتم طبقًا لقواعد الزراعات الحديثة، وعلى نحو يماثل الجاري في أوروبا، أو لم يتنقل بعد إلى مناطق أخرى.

كذلك من المهم لفت النظر إلى أن بعض الزراعات، مثال نباتات الجاتروفا والكسافا (المنهوت) والذرة السكرية، أمكن زراعتها بسهولة في الأراضي المحيطة أو المتأخمة أو الملاصقة للأراضي الزراعية، والتي لا يمكن استخدامها في زراعة المحاصيل، أو إنتاج الغذاء، وبذلك يمكن الاستفادة بهذه النوعية من الزراعات، كذلك من المعروف أن نمو أي محصول، حتى لو كان ذا احتياج محدود إلى الماء، وتمت زراعته في أراضٍ ذات مستويات منخفضة من الخصوبة، فإن ذلك يعتبر استثمارًا جيدًا، حتى لو أعطى محصولاً محدودًا، بما يقلل من التنافس والضغوط على الأراضي الجيدة ذات الخصوبة، والتي تحقق العائدات الأكبر.

٤/٧ مؤثرات إنتاج الوقود الحيوي على مصادر المياه:

خلال زراعة وتصنيع الوقود الحيوي، يتم استخدام كميات كبيرة من الماء، سواء لري النباتات والمحاصيل الحيوية أو خلال عمليات البخر للنباتات، وغالبًا ما يتم ذلك بالاعتماد الأساسي على المياه المتوافرة بالفعل من المصادر الرئيسية، لذلك يجري توجيه بعض المحاصيل إلى الاستفادة بمياه الأمطار، وفي المواقع التي تكثر بها الأمطار، على سبيل المثال فإن حوالي ثلاث أرباع محصول قصب السكر في البرازيل، وبنسبة أقل قليلاً من الذرة في أمريكا، يتم زراعتها بالاعتماد على مياه الأمطار.

في المقابل فإن محدودية توافر مصادر المياه يمكن أن تشكل عائقًا أساسيًا على استنبات الزراعات اللازمة للوقود الحيوي، حتى ولو كان ذلك في البلدان ذات المميزات الأخرى، سواء الجغرافية أو الجيولوجية، فعلى سبيل المثال فإن مساحات كبيرة من الأراضي في جنوب وشرق أفريقيا أو في شمال شرق البرازيل. فإن المياه

المتوافرة محدودة، وبذلك تؤثر على استزراع النباتات، مثال الجاتروفا، والتي يمكن زراعتها في الأراضي الجافة ذات الأمطار المعدومة، إذ إنها قد تحتاج خلال فصل الصيف شديد الحرارة والجفاف إلى بعض المياه.

على الجانب الآخر فإن زراعة محاصيل الوقود الحيوي، يمكن أن يكون لها تأثير على جودة المياه، فعلى سبيل المثال فإن تحويل الأراضي المزروعة بالحشائش أو الأشجار (الأخشاب) إلى زراعة الذرة، فإن ذلك يتسبب في زيادة تآكل التربة، وبالتالي فقدان نسبة كبيرة، أو كل النسبة، من النيتروجين والفوسفات، مما يستخدم بها من أسمدة، حيث يتم نزحها مع المياه الجارية، وعلى نحو مماثل يحدث ذلك النزح أيضًا لأنواع المبيدات، وغيرها مما يستخدم من كيماويات زراعية، وبالتالي يلزم مراعاة ذلك عند زراعة الذرة، أي بزيادة الكميات المستخدمة من الأسمدة أو المبيدات.

٥/٧ قواعد الإدارة : تشمل هذه القواعد الآتي :

أ - استخدام أكبر كمية من الوقود الحيوي عند الخلط مع الوقود الأحفوري، وذلك في جميع المعدات ولكافة الاستخدامات.

ب - العمل على أن تكون المسافات بين المزارع ووحدات التصنيع، وكذلك أسواق الاستخدام قصيرة قدر الإمكان توفيرًا لمصاريف النقل.

جـ- مراجعة معدات استخدام الطاقة، مع مراجعة الكفاءة والعمل على تعظيم التوازن الأقصى بين المدخلات والمخرجات للطاقة.

د - توفير الأمان وظروف العمل الجيدة.

هـ - السعي إلى التحسين المستمر لقواعد الإدارة.

١/٥/٧ استخدام الماء: يلزم اتخاذ الآتي:

أ - إعطاء أفضلية للمحاصيل التي لا تحتاج إلى الري.

ب - الاستعانة بوضع التبن مفروشًا على أراضي الزراعة، لوقاية جذور النباتات الغضة من الحرارة والبرودة، مع التوفير في استهلاك الماء.

جـ - توفير استراتيجية للتوفير في الماء، بالتحكم في درجة رطوبة التربة، وتعظيم كفاءة نظم الري، مع مراعاة الظروف الجوية لاختيار المناسب لاحتياجات كل من النباتات والتربة.

د - استخدام شرائح بلاستيكية جاهزة حول مجاري المياه لمنع تحرك التربة، أو كيماويات الزراعة، بدلاً من أن تحملها مسارات المياه بعيداً خلال اندفاعها وسيرها.

هـ - وضع وتطبيق خطة للمياه للمساعدة والرقابة، مع منع حدوث أي فواقد منها.

٢/٥/٧ زراعة الغابات :

يلزم إتباع الآتى:

أ - المحافظة على التربة وتركيبتها وخصوبتها مع التوفير في كميات الماء والمحافظة على .بردتها، وكذلك الاستعانة بالزراعات المعمرة التي تساعد وتحمي التربة وجودتها، كذلك تشجيع الاستفادة بالماء، والإقلال من الأسمدة والكيماويات المغذية.

ب – جمع واستخدام المخلفات من الأخشاب، سواء كانت أغصان أو قمم أو أطراف الأشجار، أو الأشجار الرفيعة، أو الجارى تقليمها وتهذيبها، وذلك بقدر الإمكان، مع احترام القواعد الحكومية والأهلية المنظمة لذلك ولسياسات استخدام الأراضي.

جـ – جمع واستخدام مخلفات أعمال النجارة من نشارة وقطع خشبية وفواصل وغيرها من الأخشاب الثانوية، طالما ذلك في الإمكان.

د - تطبيق الإدارة الناجحة والصحيحة للغابات، مع عدم الإقلال من تنوع المحاصيل الزراعية، وتحقيق سلامة وجودة التربة، وكذلك جودة المياه، إضافة إلى دعم الحيوانات البرية.

هـ – يجب عدم استخدام الغابات القديمة النمو أو المستهلكة أو المساحات السابقة الاستخدام من أراضي المدن والمجتمعات في زراعة محاصيل الوقود الحيوي.

و - عدم تحويل الغابات القديمة أو حتى المتوسطة النمو إلى زراعات نباتية، أو حتى لإنتاج المحاصيل الخشبية غير الدائمة.

ز - الإقلال أو منع الاستخدام، قدر الإمكان، من استخدام الكيماويات الزراعية الضارة.

ح - عدم استخدام المخلفات الصلبة من المدن، كمصدر للكتلة الحيوية ولإنتاج الوقود الحيوي، ولكن من اللازم في أي الأحوال أن يتم الاستفادة بهذه المخلفات كوقود لتوليد الطاقة.

٢/٥/٧ رعاية زراعات إنتاج الوقود الحيوي:

تشمل الآتى:

أ - توفير مواد التغذية (الأسمدة، السباخ).

ب – أن يكون العاملون من المزارعين للأرض أو الغابات المصرح لهم بذلك، أو من أي قطاعات أخرى موثوق بها، مع إتباع أفضل قواعد الإدارة، وحتمية استخدام الخطوط الإرشادية للمراجعة على وثائق أعمال الزراعة، أو عند تصنيع الكتلة الحيوية، أو زراعة الغابات.

جـ- تصمم وحدات الإنتاج بمرونة لاستخدام المصادر والخامات المتنوعة، وأن تكون بالقرب قدر الإمكان من هذه المصادر.

د - أن تتوافر هذه الوحدات وسائل نقل فعالة إلى الأسواق، مثال: القطارات أو البواخر أو الشاحنات وخلافها من الوسائل الجيدة.

١/٢/٥/٧ المنتجات الثانوية: يلزم أن تكون المنتجات الثانوية صديقة للبيئة، وذات جدوى اقتصادية، وأي متخلفات طرية، فمن اللازم تسويقها مباشرة وعدم تجفيفها أو إهمالها، ولحسن الاستفادة بها.

٤/٥/٧ الطاقة المستخدمة :

أ - استخدام مصدر للطاقة النظيفة والفعالة، ويفضل الطاقات المتجددة، لإدارة مصانع الوقود الحيوي، ومن الأفضل أن تكون قريبة، وإذا ما لزم الشراء، فيفضل أن يكون وقودًا غير ملوث للبيئة، ويحقق الفعالية المطلوبة، وعلى نحو اقتصادي. وفي أي الأحوال، لا يجب على الإطلاق استخدام الفحم لذلك الغرض.

ب – مراجعة استخدامات الطاقة، وإيجاد خط أساسي للتحسين المستمر.

جـ- زيادة كفاءة الوحدات للإقلال من استهلاك الطاقة.

د - تطبيق الإنتاج المصاحب (حرارة + حركة ميكانيكية)، مع استخدام الطاقة الزائدة من أي مصدر ثالث، أو من البخار الزائد، أو البيوجاز، وذلك قدر الإمكان.

هـ - استخدام الطاقة الشمسية، وضوء النهار، والإضاءة الكهربائية.

و - مراقبة استهلاكات الطاقة (كيلو وات ساعة/ جالون وقود حيوي، أو وحدة حرارية بريطانية/ جالون وقود حيوي)، مع تطبيق فاعلية توازن الطاقة، أي بين المدخلات والمخرجات.

٥/٥/٧ المحافظة على جودة الماء: يلزم اتباع الآتي :

أ - تنظيم كفاءة استخدام الماء، مع إعادة تدويره، وتفضيل عمليات الإنتاج المقللة من استخداماته.

ب – حماية جودة الماء، مع فصل الماء الملوث فقط، ودون أي تغير في حرارة المياه المتبقية أو الواردة للاستخدام.

جـ - المراجعة للإمدادات من حيث مستوياتها، ونسب ما بها من ملوثات (دهون، شحوم، زيوت)، ومقدار الاحتياج إلى الأوكسجين اللازم للتفاعلات

البيولوجية والكيماوية، وكذلك نسب وجود المواد الصلبة الكلية، وقياس درجة الحموضة (تركيز أيون الهيدروجين).

د - دفع الماء الخارج إلى وحدات معالجة الماء، مثال الموجودة في المدن لمياه السابقة الاستخدام، أو معالجته ودفعه إلى الأراضي، أو وحدات التصنيع، مع المحافظة عليه وتوفيره قدر الإمكان وعلى نحو بيئي سليم.

٦/٥/٧ المخلفات والفواقد :

ضرورة اتباع الآتي :

أ - العمل على منع أي مخلفات قدر الإمكان.

ب - فحص وتحليل المخلفات الصلبة والسائلة.

جـ - تداول المخلفات بطرق بيئية محددة ومسئولة.

د - حساب كفاءة كحول الميثانول، والإقلال من الانبعاثات الصادرة أو المفاجئة، خاصة عند تصنيع الديزل الحيوي.

هـ - منع انبعاث الغازات من المخلفات الصلبة والسائلة.

و - إيجاد وسيلة لمراجعة وحساب التحسين الجاري والمستمر.

٧/٥/٧ مصادر الخامات الأولية :

من المهم أخذ الآتي في الحسبان:

أ - التشغيل بمعدات ذات كفاءة عالية قدر الإمكان.

ب - استخدام مؤشرات حسابية ذات خطوط إرشادية على الجارى والمطبق.

جـ - استخدام كيماويات متجددة، مثال الكحولات الحيوية، طالما إنها متاحة.

د - استخدام الكحولات المعاد تدويرها، أو الواردة من الصناعات الأخرى، والمتاحة في صور مناسبة.

هـ - أن تكون المصادر من المواد والتوريدات من الأنواع المتوافرة محليًّا، وإذا لم تكن متوافرة يحصل عليها من مصادر إقليمية أو خدمية.

٨/٥/٧ المساواة الاجتماعية والاقتصادية المستمرة:

أ - التأكيد على المرتبات العادلة، وبيئة العمل الآمنة خلال وسائل إنتاج وتداول الوقود الحيوي.

ب - استكمال الإمكانيات المحلية لتطوير صناعة الوقود الحيوي.

جـ - اشتراك الجميع، المجتمع المحلي والزراعيين في عمليات إنتاج الوقود الحيوي، وإلى أكثر قدر ممكن، مع تبين إمكانية أن يكونوا ملاكًا لوحدات إنتاج الوقود الحيوي، وغيرها من الوحدات المساعدة.

د - تعظيم العائد من صناعة الوقود الحيوي، إلى أقصى قدر ممكن، ومن داخل المجتمع الإنتاجي المحلي للخامات، وصولاً إلى التصنيع النهائي والاستخدام كوقود.

٧/٥/٩ جودة الإنتاج : التأكيد على أن الإنتاج يقابل أو يزيد عن المواصفات المحددة للوقود الحيوي.

٧/٦ المسارات الاستراتيجية للمحاصيل الزراعية :

٧/٦/١ المسار الأول : الزراعة التقليدية والمحاصيل التقليدية (المستخدمة كغذاء):

* الإنتاج يهدف إلى إنتاج الوقود الحيوي أو الاستخدام كغذاء، والسعر بذلك يتحدد طبقًا لاحتياجات الأسواق المختلفة.
* لا لاحتياج إلى التغيرات في قواعد الزراعة أو نوعية المحاصيل.
* الإنتاج سوف يستخدم الجيل الأول لإنتاج كحول الإيثيل الحيوي أو الديزل الحيوي.

٧/٦/٢ المسار الثاني : الزراعة لإنتاج الطاقة أو معدلة لإنتاج الغذاء :

* الإكتفاء بإنتاج الطاقة فقط.
* التغيير في قواعد الزراعة من أجل تعظيم إنتاج الكتلة الحيوية.
* التعديل في المحاصيل الغذائية، مثال إنتاج اللفت أو تعظيم زراعة النباتات التي تعطي حبوبًا، وكذلك إستخدام الإنزيمات المساعدة على عمليات التخمر، أو المحاصيل غير الغذائية مثال نبات الجاتروفا.
* الاستمرار في زراعة النباتات من الجيل الأول لإنتاج الكحول الحيوي أو الديزل الحيوي.

٧/٦/٣ المسار الثالث : الزراعة لإنتاج الطاقة من المحاصيل السيلولوزية:

* توفير الإمدادات لإنتاج الطاقة.
* التغيير في قواعد الزراعة لتعظيم إنتاج الكتلة الحيوية.

* استخدام المحاصيل غير الغذائية لإنتاج السيلولوز الخشبي أو مجموعات الأشجار الصغيرة.

* الاستمرار في إنتاج النباتات من الجيل الثاني لإنتاج الكحول الحيوي أو الديزل الحيوي.

٤/٦/٧ المسار الرابع : الإنتاج طبقًا للجيل الثاني لتوفير الكحول الحيوي والديزل الحيوي:

* التوفير في الإمدادات لإنتاج الطاقة.

التوصية المهمة للعرب:

* أهمية الدخول في الجيل الثاني / الثالث من المحاصيل غير الغذائية والنباتات الخضراء، وذلك بتوفير الأراضي اللازمة، وإنشاء الصناعات التحويلية.

* عدم الدخول في الجيل الأول نظرًا للاحتياجات الغذائية.

الفصل الثامن

٨ – التجارب في بعض البلدان

١/٨ دول العالم الثالث:

يلزم حساب التكلفة لإنتاج الوقود الحيوي حاليًا في دول العالم الثالث (أفريقيا، آسيا، أمريكا الجنوبية)، مقارنة مع دول أوروبا وأمريكا الشمالية واليابان، لأنها توضح انخفاض هذه التكلفة في دول العالم الثالث، مع الأخذ في الحسبان أن مقدار الوردات إلى الدول الغنية سوف يتزايد في المستقبل، وعلى نحو يماثل الحادث حاليًا في استهلاك الوقود البترولي.

لكن من المهم تذكر أن تصنيع الوقود الحيوي في احتياج إلى استثمارات مالية كبيرة ومتعددة، قبل وصوله إلى محطات خدمة السيارات كمنتج نهائي، ولذلك يلزم عند المقارنة المتوازنة بين كلا النوعين من الوقود، أن تتم مراجعة وتحليل دورة الحياة لكل منهما.

إذا كانت إزالة الغابات، والتوسع في الزراعات الأحادية النوع لتوفير المصادر اللازمة لإنتاج الوقود الحيوي، سوف يضر بسلامة البيئة وعلى نحو خطير، فإن تلك الأضرار بالبيئة سوف تزداد مع المزيد من التوسع والانتشار.

٢/٨ الإيثانول الحيوي في البلدان المختلفة:

يصنف الإيثانول الحيوي بأنه واحد من أساسيات أنواع الوقود الحيوي، التي يتم إنتاجها في أوروبا، سواء حاليًا أو في المستقبل، فخلال عام ٢٠٠٥، تم إنتاج كمية ٧٢١ ألف طن، استخدمت جميعها في وسائل النقل، وهذه الكمية تزيد بنسبة ٥٠٪ عما تم إنتاجه في عام ٢٠٠٤في أوروبا، وفي عام ٢٠١٠ خطط لأن يصل الإنتاج إلى ١٤,٥ مليون طن.

وتصنف الولايات المتحدة الأمريكية بأنها أكثر دول العالم في كمية الإنتاج من الإيثانول الحيوي، ففي عام ٢٠٠٨ تم إنتاج ٩ بلايين جالون، بينما كان إنتاج البرازيل ٦,٠٤٧ بليون جالون، والتي صنفت بأنها الدولة التالية، هذا ويتضمن الجدول (٤) إنتاج الإيثانول الحيوي في البلدان الأعلى إنتاجًا في كميات الإنتاج، واستخدامات الكتلة كمصدر للطاقة، وذلك في صورة الوقود الحيوي، وبالتحديد كحول الإيثانول الحيوي والديزل الحيوي، فمن حيث الاحتياجات والامدادات في بعض دول العالم، خاصة الدول النامية بهدف تحديد البلدان الواعدة في المستقبل لتكون مصدرًا للكتلة الحيوية اللازمة كمصدر للطاقة، فقد تم تحديد ثلاث مناطق واعدة، أي إن احتياجاتها سوف تكون أقل بكثير عن قدراتها على الإمداد بالكتلة الحيوية كمصدر للطاقة،

والذي يتوقع حدوثه خلال العقد القادم، أي قبل عام ٢٠٢٠. وتشمل هذه المناطق الثلاث الآتي:

- **الصحراء الأفريقية**: والتي تشمل الدول: جنوب أفريقيا، موزمبيق، غانا، الكونغو الديمقراطية.
- **أمريكا اللاتينية والكاريبان**: وتشمل الدول: الأرجنتين، البرازيل، كولومبيا.
- **دول البلطيق**: وتشمل: كازخستان، روميا الاتحادية، أوكرانيا.

جدول (٤)

إنتاج الإيثانول الحيوي في البلدان الأعلى إنتاجًا (بليون جالون)

البلد	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨
أمريكا	٣،٥٣٥	٤،٢٦٤	٤،٨٥٥	٦،٤٨٩	٩،٠٠٠
البرازيل	٣،٩٨٩	٤،٢٢٧	٤،٤٩١	٥،٠١٩٢	٦،٤٧٢
الصين	٩٦٤	١،٠٠٤	١،٠١٧	٤٨٦	٥٠١،٩
الهند	٤٦٣	٤٤	٥٠٢	٥٢،٨	٦٦
كندا	٦٢	٦١	١٥٣	٢١١،٣	٢٣٧،٧
تايلند	٧٤	٧٩	٩٣	٧٩،٢	٨٩،٨
المملكة المتحدة	١٠٦	٩٢	٧٤	غ.م	غ.م*
ألمانيا	٧١	١١٤	٢٠٢	غ.م	غ.م
روسيا	١٩٨	١٩٨	١٧١	غ.م	غ.م
أسبانيا	٧٩	٩٣	١٢٢	غ.م	غ.م
السعودية	٧٩	٣٢	٥٢	غ.م	غ.م

(*) غ.م.، غير محدد.

هذا بالإضافة إلى بعض الدول في آسيا، حيث يحتمل أن تكون مصدرًا أساسيًّا للوقود الحيوي، إذا ما توافرت الأراضي اللازمة للزراعة، ولكن من الواضح حاليًا محدوديتها، وتشمل هذه الدول: ماليزيا، إندونيسيا، غينيا الجديدة.

كل هذه الاحتمالات مرتبطة بأن تكون هناك سياسات موضوعة من أجل التشجيع على استخدامات الكتلة الحيوية كمصدر للطاقة، سواء على المستوى المحلي في كل من هذه البلدان، أو بالعمل على تصديرها.

لم يدخل في هذه الحسابات أي من الدول العربية، وخاصة الزراعية منها: مثال: مصر، السودان، العراق، سوريا، لبنان، وربما أن ذلك راجع إلى أن مجهودات هذه الدول بإنتاج الطاقة الحيوية، ليس بعد محددًا أو واضحًا أو كافيًا.

لذا من اللازم العمل والسعي إلى توفير الزراعات والمصادر المناسبة لإنتاج الطاقة الحيوية في مثل هذه البلدان.

٣/٨ الدوافع الاستراتيجية للطلب والإمداد:

من حيث الطلب توجد ثلاثة من المحركات الاستراتيجية الدافعة :

* الاحتياج إلى خفض انبعاثات غازات الصوبا الخضراء المنبعثة من وسائل النقل، وذلك بإحلال الوقود الحيوي محل الوقود الأحفوري، وبافتراض أن ذلك سوف يقلل من كميات ثاني أوكسيد الكربون المنبعثة.
* التأمين على مصادر الوقود، بالإقلال من استيراد الوقود الأحفوري، خاصة خام البترول.
* العمل على زيادة الدول من نشاطات الزراعة، مع الإسهام في خفض نسب البطالة.

هذه المحركات الثلاث تسعى إلى أن يكون الإحلال بنسبة ١٠٠٪، والذي لا يتعدى حاليًا نسبة ١٪، وإن كان تحقيق ذلك هو بالعمل على تطوير قدرات المحركات في وسائل النقل المختلفة، وبهدف استخدام مخاليط الوقود الأحفوري، مع الزيادة في النسب المخلوطة من الوقود الحيوي تدريجيًا، ومن الأفضل أن يكون التنفيذ بالعمل والتخطيط لتحقيق أهداف محددة، مع تنفيذها خلال فترات زمنية محددة، وأخذًا في الحسبان إمكانيات وسعات الأسواق الممكن التصدير إليها، مثال دول مجلس التعاون الأوروبي، أمريكا، الصين، خاصة وأن واحدًا أو أكثر من هذه المحركات الاستراتيجية سوف يؤخذ في الحسبان، كما أن هذه الدول أكثر دول العالم استهلاكًا للوقود الأحفوري، مثال أمريكا التى تسعى إلى تأمين مصادر الطاقة وزيادة الدخل من الزراعة، وفي الدول الأوروبية خفض انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون، وفي الصين العمل على تغطية الاحتياجات المتزايدة لأنواع الوقود من أجل تأمين تنفيذ برامج التنمية الطموحة، وتوفير اللازم لها من مصادر الطاقة.

وفي الإجمالي يوجد حاليًا في العالم عديد من الدول التي تسعى إلى زيادة الإنتاج من الوقود الحيوي لتغطية الاحتياجات، وتوفير الصادرات خاصة من الكحول الإيثيلي الحيوي والديزل الحيوي، هذا وبالرغم من المنافسة القائمة حاليًا نحو تخصيص المزيد من الزراعات نحو إنتاج الغذاء، بالإضافة إلى الاحتياجات التي ينشدها أنصار البيئة، وإنما من المتوقع خلال هذا العام (٢٠١٠) أن تتجاوز الاحتياجات من الوقود الحيوي كمية ١٠٠ مليون طن، نصفها سيكون في أمريكا، ٢٠٪ في دول أوروبا، والتي تسعى إلى أن تحقق في عام ٢٠١٠ نسبة إحلال بحدود ٥،٧٥٪.

وبصفة عامة، فمن الممكن التقييم للقدرات من حيث إمكانيات الإنتاج، سواء للاستخدام المحلي أو للتصدير، وكذلك مدى الاحتياج إلى الاستيراد، وذلك بدراسة العوامل الاقتصادية المؤثرة، والتي تحدد مقدار هذه الاحتياجات أو الوفورات (استخدام أو تصدير)، وتشمل هذه العوامل المتغيرات التالية:

* مقدار الاحتياجات من كميات أنواع وقود النقل (جازولين، ديزل)، والمعتمدة على حجم الأسواق والقدرات الاقتصادية، والزيادة في أنواع وقدرات وسائل النقل.
* مدى التوقعات لأن يحل الوقود الحيوي مكان الوقود الأحفوري، ونوعية السياسات والاستراتيجيات التي تحكم كلاً من هذه البلدان.
* مقدار الأراضي المتوافرة للزراعة ونواتج المحاصيل منها، ومدى الإمكانية لتوفير الزراعات أو المحاصيل اللازمة لإنتاج أنواع الوقود الحيوي.
* حدود المقدرة على توفير اللازم من الأغذية، مع التنبؤ بالمتوقع من الزيادة أو النقصان في كمياتها، ومدى تأثير ذلك على إنتاج الطاقة الحيوية.
* نوعية السياسات البيئية المطبقة، التى تحدد الطرق والطاقات الإنتاجية للوقود الحيوي.
* مدى المناسبة المناخية، وغيرها من العوامل التي تؤثر بدورها على زراعة وتوفير المحاصيل والزراعات اللازمة لإنتاج الطاقة الحيوية

هذا ويشتمل الجدول (٥) على استعراض لأهداف الإنتاج، ومصادر الخامات، ونسب الخلط من الوقود الحيوي وذلك في بعض دول العالم، حيث يلاحظ الآتى:

* الزيادة الكبيرة في إنتاج الكحول الإيثيلي الحيوي في كل من أمريكا والبرازيل.
* محدودية نسب الخلط مع الوقود الحيوي حاليًا؛ إذ لا تزيد عن ١٠٪ عدا البرازيل إذ تصل إلى ٢٥٪ مع الجازولين.
* التوسع المتوقع في الاتحاد الأوروبي نحو إنتاج واستخدام الديزل الحيوي.

وكذلك مدى الاعتماد على الجيل الثاني مقارنة بالجيل الأول من المصادر النباتية لإنتاج الوقود الحيوي، حيث سبق الذكر أن الجيل الأول يعتمد على الزيوت والحبوب النباتية، بينما يعتمد الجيل الثاني على المحاصيل والنباتات والحشائش والأخشاب والنشارة، أي غير المؤثرة على إنتاج الغذاء، حيث تفترض أن نسبة في حدود ٢٠-٣٠٪ من إنتاج الوقود الحيوي سيكون بالجيل الثاني، والذي سوف يبدأ في عام ٢٠١٢، ويزداد في النمو بحدود عام ٢٠٢٠، ومن المهم تحديد مدى السرعة في

التطورات التكنولوجية، والتي يحتمل إذا كانت بطيئة فإن بعض البلدان، خاصة الأوروبية، سوف تستورد الكميات اللازمة لها من الوقود الحيوي، وهناك افتراض عام وسائد بأن الجيل الثاني سوف يكون أقل إضرارًا في إحداث التأثيرات على البيئة.

وهناك عدة مسارات، من المتوقع السير فيها نحو إنتاج الوقود الحيوي، وإرتباطًا باستخدامات مصادر الطاقة وتأثيرات غازات الصوبا الخضراء.

جدول (٥)

أهداف الإنتاج ومصادر الخامات ونسب الخلط المتوقع في بعض الدول

الدولة	الخامات المستخدمة لإنتاج		الكميات المستهدفة لإنتاج بليون جالون		نسب خلط الكحول الإيثيلي والديزل الحيوي مع وسائل الوقود البترولي (بالحجم)
	الكحول الإيثيلي الحيوي	الديزل الحيوي	الكحول الإيثيلي الحيوي	الديزل الحيوي	
الأرجنتين	عسل أسود، قصب السكر، القمح	فول الصويا	٦٦	٥٣	٥٪ للخلط مع الجازولين والديزل
البرازيل	قصب السكر	فول الصويا، زيت النخيل، زيت الخروع	٤٩٦٧	٦٤	٢٥٪ مع الجازولين و ٢-٥٪ مع الديزل
كندا	القمح، الحنطة، القش	دهون حيوانية، زيوت نباتية	٢٦٤	٢٥	٥ ٪ مع الجازولين، و ٢٪ مع الديزل
الصين	القمح، الحنطة، الكازوفا	زيوت نباتية، جاتروفا	٤٣٢	٣	١٠٪ مع الجازولين في بعض المناطق، والمستهدف المزيد من المناطق
كولومبيا	قصب السكر، الكازوفا، البنجر السكري	زيت النخيل	١٠٠	١٣	١٠٪ مع الجازولين، ، ٥٪ مع الديزل
الاتحاد الأوروبي	الحبوب، البنجر السكري	زيوت نباتية، عباد الشمس، فول الصويا، اللفت	٦٠٨	١٧٣٢	٥.٧٥٪ مع الجازولي والديزل عام ٢٠١٠ و ١٠٪ عام ٢٠٢٠
أمريكا	القمح	فول الصويا، الزيوت الأخرى ومخلفاتها	٦٤٩٩	٤٤٥	١٥ بليون جالون عام ٢٠١٢، ٢٤ بليون جالون عام ٢٠١٧، ٣٦ بليون جالون عام ٢٠٢٢
الهند	العسل، قصب السكر	جاتروفا، وزيت النخيل المستورد	١٠٦	١٢	٨ مع الجازولين، و ٥٪ مع الديزل عام ٢٠١٢
تايلند	العسل، قصب السكر	زيت النخيل	٧٩	٦٩	١٠٪ مع الجازولين والديزل عام ٢٠١٢
إندونيسيا	قصب السكر كاسافا	زيت النخيل، جاتروفا	--	١٠٨	١٠٪ للخلط مع الجازولين والديزل
ماليزيا	--	زيت النخيل	--	٨٧	٥٪ مع الديزل
المكسيك	العسل، قصب السكر	دهون حيوانية، زيوت سابقة الاستخدام	٧٩	٦٩	١٠ مع الجازولين والديزل عام ٢٠١٢

الفصل التاسع

٩ – المهام اللازمة

من اللازم حاليًا الاهتمام بإجراء اللازم من بحوث على مصادر الإنتاج والاستخدام لأنواع الوقود الحيوي، مثال الآتي:

١ – إيجاد الأنواع المناسبة من المحاصيل لإنتاج المزيد من كميات الزيوت النباتية.

٢ – السعي إلى توفير المزيد من الأراضي الكافية للزراعة، وكذلك من مصادر المياه، وذلك لإنتاج الكميات الكافية من الزيوت النباتية، ومما يحقق الإحلال بدلاً من الوقود البترولي، ففي أمريكا يوجد احتياج إلى مضاعفة المساحات المزروعة من فول الصويا.

٣ – التوسع في زراعات نبات الخردل، والذي يعطي كميات كبيرة من الزيوت، والمتبقي بعد الحصول على هذه الزيوت، يصلح لأن يكون مبيدًا حشريًا قابلاً للتحلل البيولوجي.

٤ – التوسع في استزراع الطحالب، التي تحتوي على أكثر من ٥٠٪ زيوت، كما تعتمد في زراعتها على الماء السابق الاستخدام، بحيث تتحول إلى وقود حيوي، والمتخلف منها يصلح للاستخدام في إنتاج كحول الإيثانول، وحتى الآن لم يتم إجراء الاستفادة التجارية أو إجراء دراسات الجدوى الاقتصادية عن إمكانية الاستفادة بالطحالب.

وكما سبق الذكر فإن للطحالب مميزات متعددة، منها: عدم الاحتياج إلى رعاية زراعية، أو أراضٍ خصبة، أو مياه طازجة، ولكن عددًا محدودًا من الشركات يحتوي على وحدات لمعالجة الطحالب، للاستفادة بها في أغراض متعددة، من ضمنها إنتاج الديزل الحيوي، لذا يوجد احتياج إلى الإكثار من هذه الوحدات على نحو كبير، وفي نيوزيلندا يتم الاستفادة من الطحالب التي توجد في البرك المتكونة من مياه الصرف الصحي، والتي تنمو على نحو تلقائي، ودون أي مجهود يبذل لذلك.

وللتوسع في إنتاج واستخدام الوقود الحيوي، يلزم من الآن استصدار القوانين والنظم الخاصة بأنواع النباتات ومساحات الأراضي اللازمة لزراعة نباتات الوقود الحيوي، أخذًا في الحسبان الاعتماد على المصادر من الطحالب والحشائش وخلافها من النباتات غير المؤثرة على مصادر الغذاء، وكذلك مثال نبات الجاتروفا أو حبوب

الخروع، وأن يتم استزراعها في مساحات من الأراضي غير الخصبة، مثال الصحراء أو الشواطئ أو حوا ف شواطئ الأنهار والترع، وكذلك استخدام مصادر المياه الملوثة، مثال ماء الصرف الصحي، وبذلك تحقق مميزات متعددة من هذه الزراعات غير الغذائية ومصادر المياه الملوثة، وعلى نحو لا يتحقق حاليًا، إذا ما تركت الأرض مهجورة والمياه غير معالجة أو مستغلة، وبالتأكيد فإن هذه الزراعات غير الغذائية تحقق للمزارعين استغلالاً جيدًا للأرض، ومما يحقق مميزات اقتصادية، خاصة في البلدان الحارة والاستوائية، أو المرتفعات ذات المناخ المعتدل، وبالتالي سوف يفيد ذلك كثيرًا، خاصة في الدول القائم إنتاجها للطاقة على استيراد الخام البترولي أو استخدام أنواع الوقود المختلفة.

وفي المواقع حيث يلزم إنتاج المزيد من الزيوت، فإن ذلك قد يستدعي قطع مساحات كبيرة من الغابات، ليتم استبدالها بإنتاج المحاصيل المحتوية على كميات الزيوت اللازمة، وذلك ما حدث بالفعل في كل من إندونيسيا والفلبين، حيث تم الإبدال لإنتاج زيوت النخيل، وفي إندونيسيا، كمثال على ما حدث، فقد تم مع اقتطاع الغابات العمل على ترحيل السكان المحليين، كما أن استخدام المبيدات مع المحاصيل الزراعية اللازمة لإنتاج الوقود الحيوي، قد أدى إلى عدم الانتظام في توزيع امتدادات المياه، وبالتالى إلى التأثير على العديد من الحيوانات، وبالطبع كذلك على النباتات، كما حدث ذلك أيضًا في جزر برونو وسوماترا، مع انقراض أعداد السكان، الذين يعرفون بأنهم من سكان الغابات، كما أن قطع هذه الغابات، خاصة في المناطق الاستوائية يؤدى إلى فقدان أكثر من ثلث كميات ثاني آوكسيد الكربون، والذي كان لازمًا لاستخدامات الأشجار والنباتات في هذه الغابات.

كل ذلك قد يؤدى إلى الإقلال من مزايا إنتاج واستخدام الوقود الحيوي، خاصة من حيث انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون.

الفصل العاشر

١٠ – التوصيات والمقترحات

تشمل أهم التوصيات والمقترحات الآتى :

١ – ضرورة التوسع في حسن الاستفادة بمختلف أنواع النباتات المحتوية على السيلولوز، لإنتاج كل من كحول الإيثانول الحيوي والديزل الحيوي.

٢ – الإقلال من استخدام المحاصيل الغذائية، وأنواع الحبوب المحتوية على زيوت، لإنتاج الديزل الحيوي، خاصة مع تنامي أزمة الغذاء، وأهمية توافره بصورة كافية واقتصادية.

٣ – التوسع باستنبات أنواع الطحالب، خاصة من الأنواع الدقيقة والمحتوية على نسب مرتفعة من الزيوت النباتية.

٤ – أهمية السعي إلى التوفير في تكاليف إنتاج أنواع الوقود الحيوي، سواء خلال مراحل الزراعة أو التصنيع، مع الأخذ في الحسبان أن تنشأ المصانع بالقرب من المزارع وأماكن توافر مصادر الإنتاج، وكذلك أسواق الاستخدامات.

٥ – الترشيد في استخدام أنواع الوقود الحيوي، خاصة من حيث ارتفاع قوة الإذابة، وبما يحقق انسدادًا للمرشحات في المحركات والوحدات المستخدمة له، والتي سبق أن تكونت أثناء استخدام الوقود البترولي، ويقوم الوقود الحيوي بإذابتها، ومن السهل مع معرفة ذلك العيب أن يتم تنظيف هذه المرشحات عقب فترة زمنية قصيرة من بداية الاستخدام للوقود الحيوي.

٦ – التوسع في الاستنبات، خاصة للطحالب، في الأراضي الصحراوية والجرداء والهامشية، والمجاورة للمجاري المائية أو البحار وغيرها من المواقع الجدباء، وكذلك حسن الرعاية لمختلف أنواع الطحالب، وبما يوفر مصدرًا جيدًا واقتصاديًّا لإنتاج الوقود الحيوي.

٧ – الاستفادة بمختلف مصادر المياه في عمليات الزراعة، حيث إن الماء السابق استخدامه، خاصة إذا كان محتويًا على مركبات عضوية، قد يحقق الفوائد التي يحصل عليها من الأسمدة في عمليات الزراعة.

٨ – يمكن الاستفادة من مختلف أنواع الزيوت سابقة الاستخدام، وكذلك المخلفات العضوية، وذلك بترشيحها وفصل الملوثات عنها، ثم استخدامها في تصنيع الديزل الحيوي.

٩ – يتم العمل على حسن الاستفادة من أنواع الأشجار والغابات كمصدر جيد لتصنيع الوقود الحيوي.

١٠- ضرورة إيجاد الاهتمام العربي، والتوسع بهذا المصدر المهم للطاقة، وعلى نحو ما تقوم به أمريكا وغيرها من الدول، سواء في أوروبا أو أمريكا اللاتينية، حيث تخطط أمريكا لاستخدام الوقود الحيوي بديلاً عن الخامات البترولية المستوردة.

١١- وبالنسبة للمهام في مجالات البحوث والتطوير، فقد أوضحت الدراسة المطالب والمهام اللازمة، وأن تشمل توفير الأنواع المناسبة من المحاصيل والغابات، والأراضي الزراعية، وأنواع الطحالب، وكذلك طرق التصنيع.

المراجع

1- Wkipedia, the free encyclopedia:

a. "Algae Fuel", internet connection, Feb. 2010.

b. "Bio-diesel production", internet connection, March, 2010.

c. "Bio-fuel", internet connection, Feb. 2010.

2- John Benemann, "Opportunities and callenges in algas bio-fuels productions", 2008.

3- British Airways, "British Airways to fly jet on green fuel", Interne connection, Feb. 2010.

4- Waste Management and Rreearch Center (UMRC), "Small scale bio-diesel production, feasibilty report", 2009.

5- Steven Hobbs, "Bio-diesel farming for the future", presentation to the 11th Australian Agronomy Conference, 2003.

7- RSC Advanced the Chemical Sciences-Feature- "Bio-fuels: the next generation", May 2009.

8- IUCN Energy, Ecosystems and Livelihoods Initiative, "Fact Sheet on Bio-fuels", World Conservation Congress, 2008.

9- U.S Department of Energy, "Sustainability of Bio-fuels-future research opportunities" report from the October 2008 Workshop.

10- Jim Kleinschmit, "Bio-fuels moving mainstream environment and social implications commentary", Sept. 2007.

11- FAO, "Environmental impacts of bio-fues", 2008.

12- Bio Economic Research Associates, "U.S. Economic impact of advanced bio-fuels production-perspectives to 2030", Feb. 2009.

13- Green Facts Digests, "What are the environmental impacts of bio-fuel production, Jan 2010.

14- Wikipedia, the free encyclopedia,

a. "Ethanol fuel in Brazil", Internet Connection, Sept. 2009.

b. "Cellulosic Ethanol" Internet Connection Sept, 2009.

15- Global Justice Ecology Project, "Agrofuels and False solutions to climate change", Sept. 2009.

16- SRI Consulting Business Intelligence, "Bio-fuels and Bio-based Chemicals", Appendix C, Sept. 2009.

17- Wikipedia, the free encyolopedia, "Ethanol Fuel", Internet connection, Feb. 2010.

18- Biotechnology for bio-fuel, "Yield determining factors in high-solids enzymatic hydrolysis of lignocelliulose", Molecular Medicine Tri-confernce, 2010.

19- Green Facts Digest, "Liquid bio-fuels for transport prospects, risks and opportunities", Jan. 2010.

20- Otaviano Conuto, "Bio-fuels and development: "The third divident", the panel: "The future of ethanol, bio-fuels and energy policy in the Americas", ASCA, Feb. 2007.

21- Jon Van Gerpan, "Bio-diesel producion and fuel quality, Sept. 2009.

22- Wikipedia, the free encyclopedia, Internet Connection:

a. "Biodegradution", April 2009.

b. "Biomass", April 2009.

c. Bio-diesel", April 2008.

d. "Bio-diesel", April 2009.

23- U.S. Department of Agriculture, Biological Role", April 2009.

24- Exxon Mobil, Algae bio-fuels", Internet connection, Feb. 2010.

25- Joint Nature Conversation committee, "Tracking bio-fuels policy development in selected overseas economies", Phasel "Data sources, global trends and oveview of biodiversity impacts", May 2008.

26- Green Facts Digests, "Bio-fuel production by country-2007", Feb 2010.

27- Renewable Energy Research, "Bio-fuels from trees: Renewable energy research branches out", Sept. 2009.

28- Craig A. Harper, "Potential impacts on wildlifie of switch grass grown for bio-fuels", The University of Tennessee-Institute of Agriculture, Sept. 2009.

29- Pacific Bio-diesel, "Bio-diesel benefits", Internet Connection Oct. 2008.

30- California Forest Products Commission, "Biofuels fram Wood: A Sustainable Energy Source", 2009.

31- Shell-waves of change.

a. "Bio-fuels-21st century transportation fuels", 2009.

b. "Water in diesel emulsions", 2009.

32- Enterprise Resilience Management Blog, "Weeds and Bio-fuels-A warning internet connection", Sept. 200.

33- United Bio-lube, "Bio corrosion inhibitors, (BCI)", Aug. 2008.

السيرة الذاتية

دكتور كيميائي / حمدي أبو النجا

مستشار الصناعات البترولية والكيميائية

خبير أول التدريب الفني
الخبراء العرب في الهندسة والإدارة
(تيم)

* التحق بقطاع الصناعات البترولية في مصر، منذ تخرجه من كلية العلوم عام (١٩٦٢)، حيث قام بالعمل في إدارات المعامل والبحوث والتطوير المختصة بمختلف المنتجات البترولية والبتروكيميائية، وقد شمل العمل إجراء الاختبارات الروتينية، مراقبة الجودة، استخدام الوسائل الإحصائية، القيام بالبحوث والتطوير لتعديل وتحسين الخواص الطبيعية والكيميائية والأدائية لزيوت التزييت وأنواع الوقود السائل والغازى.

* حصل خلال عمله على :

- دبلوم القياسات الضوئية عام (١٩٦٤).
- ماجستير الكيمياء عام (١٩٦٩) – عن موضوع: «**دراسة وتقييم بعض أنواع البلمرات العالية**».
- دكتوراه الفلسفة في العلم (كيمياء) عام (١٩٧٥) عن: «**تحضير وتقييم بعض البلمرات العضوية كإضافات بترولية**».

* حضر في إيطاليا (عام ١٩٧٨ لمدة ثلاثة شهور) في مدينة أوريبينو أول برنامج تدريبي نظمه برنامج البيئة بالأمم المتحدة (UNEP) عن إدارة وحماية البيئة.

* مراجع معتمد لنظام الأيزو ٩٠٠٠-٢٠٠٠ منذ عام ١٩٩٥.

* تدرج في السلك الوظيفي بقطاع البترول في مصر إلى أن كان عضو مجلس إدارة شركة مصر للبترول (١٩٩١-١٩٩٦).

* شغل رئيس مجلس الإدارة والعضو المنتدب لشركة الجمعية التعاونية للبترول (١٩٩٧-١٩٩٨).

* في عام (١٩٩٩) تولى تأسيس شركة الإسكندرية للإضافات البترولية (اكيا)، والتي تعد أول شركة متخصصة في إنتاج الأنواع المختلفة من إضافات زيوت التزييت والوقود، وذلك على مستوى العالم العربي ودول الشرق الأوسط.

* قام بتأليف ونشر أكثر من مائة بحث علمي في الدوريات والمجلات العلمية المتخصصة سواء المحلية أو العالمية، كذلك قام بكتابة العديد من الدراسات والمقالات باللغة العربية، حيث نشرت في المجلات المتخصصة مثل: البترول، النفط والتعاون العربي وغيرها من الدوريات، إضافة إلى إشرافه على العديد من رسائل الماجستير والدكتوراه.

* اعتبارًا من عام (١٩٧٥) تولى التنظيم والمشاركة في العديد من برامج التدريب الفنية والتكنولوجية والأدائية، ومراقبة الجودة واستخدام الوسائل الإحصائية لإدارة الإنتاج.

* حصل على جائزة منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوبك) عن أفضل بحث علمي وذلك مرتين في عامي ١٩٩٨ و ٢٠٠٢، كذلك جائزة أفضل بحث من مؤتمر البترول العربي عام (١٩٩٨).

* مستشار اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الأسكوا) في موضوعات الطاقة والوقود النظيف.

* قام بالتأليف والترجمة للكراسات التالية والصادرة عن المكتبة الأكاديمية بالقاهرة:

١ – التصنيع والتنمية (تحليل مقارن)، كراسات عروض – عام ٢٠٠٤.

٢ – المراجعة على الجودة لتحسين الأداء، كراسات عروض – عام ٢٠٠٥.

٣ – الوقود النظيف، كراسات علمية، عام ٢٠٠٧.

٤ – الرقابة الإحصائية لرفع كفاءة الإدارة، كراسات علمية – عام ٢٠٠٨.

٥ – أساسيات النجاح في إدارة المشروعات، كراسات علمية – عام ٢٠٠٩.

٦ – تكنولوجيات تحويل الغاز الطبيعي إلى أنواع السوائل البترولية (GTL)، كراسات علمية – عام ٢٠١٠.

٧ – قضايا إنتاج الطاقة في مصر – كراسات مصرية – عام ٢٠١٠.

رقم الإيداع
٢٠١٠ / ٢٣٩٧٧